



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS

Otávio Rechsteiner Maghelly

**POTENCIAL GENÉTICO DE VARIEDADES LOCAIS DE ARROZ DE SEQUEIRO  
DO OESTE CATARINENSE**

Florianópolis

2020

Otávio Rechsteiner Maghelly

**Potencial genético de variedades locais de arroz de sequeiro do oeste catarinense**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Doutor em Ciências  
Orientador: Prof. Juliana Bernardi Ogliari, Dra.

Florianópolis

2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Maghelly, Otavio Rechsteiner Maghelly  
Potencial genético de variedades locais de arroz de  
sequeiro do oeste catarinense / Otavio Rechsteiner  
Maghelly Maghelly ; orientadora, Juliana Bernardi Ogliari  
Ogliari, 2020.  
121 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós  
Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis,  
2020.

Inclui referências.

1. Recursos Genéticos Vegetais. 2. Arroz de sequeiro.  
3. Variedades locais. 4. Conservação da diversidade  
genética. 5. Melhoramento genético. I. Ogliari, Juliana  
Bernardi Ogliari. II. Universidade Federal de Santa  
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos  
Vegetais. III. Título.

Otavio Rechsteiner Maghelly

**Potencial genético de variedades locais de arroz de sequeiro do oeste catarinense**

O presente trabalho em nível de doutorado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Paulo Hideo Nakano Rangel, Dr.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Prof. Mauricio Sedrez dos Reis, Dr.

Universidade Federal de Santa Catarina

Laerte Reis Terres, Dr.

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Doutor em Ciências

---

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

---

Profa. Juliana Bernardi Ogliari Dra.

Orientadora

Florianópolis, 2020

Ao meu avô, incansável homem do campo, à minha mãe, incansável incentivadora, à minha esposa, fiel companheira e à minha filha, projeto de vida, eu dedico.

## AGRADECIMENTOS

Esta tese foi fruto de esforço, determinação e como toda tese carrega em si uma história.

Agradeço a todos que colocaram algo de seu nesta história:

À professora Juliana Bernardi Ogliari, pela orientação e pelos ensinamentos repassados.

Aos professores Walter Seiffert, Evoy Zaniboni Filho e Maurício Sedrez dos Reis pelo incentivo, pela confiança e pelo apoio constante.

À professora Rosete Pescador pelos conselhos.

Aos meus colegas de grupo de pesquisa, Rosenilda, Tassiane, Francisco e Rose Mari pela colaboração constante e pela convivência.

Aos fiéis amigos e sempre dispostos ajudantes nos experimentos, Nuno de Campos Filho e Elson Resende de Oliveira e aos demais amigos e colegas de trabalho na Fazenda Experimental da UFSC.

À Cooperanchieta, na figura da Roselei e Rachel, por todo incentivo e apoio logístico.

À Paróquia de Anchieta, especialmente ao Padre Reneu, pela acolhida durante as viagens para a condução do experimento em Anchieta.

À Universidade Federal de Santa Catarina pela liberação parcial para realização do doutoramento.

À família da agricultora Rosa Uliana pela cessão e preparo da área para realização de parte dos experimentos, além de todo o suporte durante a condução dos mesmos.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônomo e industrial e a tolerância à seca de variedades locais, conservadas por agricultores familiares, em experimentos realizados em Anchieta e Florianópolis, SC, nas safras 2018/19 e 2019/2020. Os maiores valores de produtividade de grãos e altura de plantas foram obtidos em Florianópolis. O número de perfilhos, resistência ao degrane, número de ramificações e grãos não apresentaram comportamentos predominantes em um local. A resistência ao acamamento foi maior em Anchieta. A produtividade, o comprimento do colmo, o número de perfilhos, a resistência ao degrane, o número de ramificações por panícula e o número de grãos por panícula e a resistência ao acamamento variaram de 1.458,59 a 4.193,80 kg ha<sup>-1</sup>, 69,2 a 113,1 cm, 2,5 a 4 perfilhos por planta, 1,0 a 2,1 (escala de 1 a 3), 8,5 a 10,2 ramificações e 75,9 a 97 grãos, 1,5 a 9,0 (escala de 1 a 9), respectivamente. As diferenças foram significativas ( $p \leq 0,05$ ) para os efeitos de genótipo, ambiente e interação genótipo (G) x ambiente (A) para a variável comprimento do colmo. Todas as demais variáveis apresentaram diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) para os genótipos e a interação e não significativas para os ambientes. Os maiores valores de renda e grãos inteiros foram obtidos em Anchieta. A renda, grãos inteiros e quebrados variaram de 57,93 a 69,90%, 38,73 a 66,0% e de 3,40 a 22,15%, respectivamente, tendo 15 variedades locais atingido valores semelhantes aos obtidos pelas variedades modernas de arroz de sequeiro. Barrigas brancas e gessados variaram de 0,10 a 8,68% e 0,02 a 3,12%, nessa ordem. As diferenças foram significativas ( $p \leq 0,05$ ) para os efeitos dos genótipos, ambientes e da interação G x A para renda. Para as variáveis inteiros e quebrados, as diferenças foram significativas ( $p \leq 0,05$ ) para genótipos e ambientes, mas não para interação G x A. Para barriga branca e gessados, diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) foram obtidas para genótipos e interação e não significativas para ambientes. Foi ainda estabelecido um ranking de estabilidade para as características estudadas. Os índices de variação conjunta para as características agrônomicas variaram de 0,46 (número de ramificações) a 0,92 (número de perfilhos). Para as características industriais, foram obtidos índices de variação conjunta iguais ou superiores a 1,0 para inteiros, quebrados, barriga branca e gessados, com valores de até 3,43, no caso dos grãos barrigas brancas. A herdabilidade ampla conjunta variou de 62,83% (número de ramificações) a 97,68% (barrigas brancas). Quinze variedades apresentaram maior tolerância que as demais quando submetidas a nível de restrição hídrica severa de 10%. Já ao estresse moderado (20%), seis

variedades apresentaram maior resistência que as demais, sendo que três delas se posicionaram entre as mais resistentes nos dois níveis de estresse aplicados. São apresentadas recomendações para uso imediato das mesmas e para melhoramento genético por seleção individual de plantas com testes de progênies dentro das variedades e entre variedades a partir de uma mistura de variedades assemelhadas, além de cuidados para a conservação da sua diversidade genética.

**Palavras-chave:** arroz de sequeiro, variedades locais, rendimento industrial, tolerância à seca, melhoramento genético.

## ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the agronomic and industrial performance and drought tolerance of local varieties, conserved by small-scale farmers, in experiments conducted in Anchieta and Florianópolis, SC, in the 2018/19 and 2019/2020 seasons. The highest values of grain productivity and plant height were obtained in Florianópolis. The number of tillers, resistance to degrane, number of branches and grains did not show predominant behaviors in one location. The resistance to bedding was higher in Anchieta. The productivity, the length of the thatch, the number of tillers, the resistance to degrane, the number of branches per panicle and the number of grains per panicle and the resistance to bedding varied from 1.458.59 to 4,193.80 kg ha<sup>-1</sup>, 69.2 to 113.1 cm, 2.5 to 4 tillers per plant, 1.0 to 2.1 (scale from 1 to 3), 8.5 to 10.2 branches and 75.9 to 97 grains, 1.5 to 9.0 (scale from 1 to 9), respectively. The differences were significant ( $p \leq 0.05$ ) for the effects of genotype, environment and genotype interaction (G) x environment (A) for the variable thatch length. All other variables showed significant differences ( $p \leq 0.05$ ) for genotype and interaction and not significant for environments. The highest values of income and whole grains were obtained in Anchieta. Income, whole and broken grains varied from 57.93 to 69.90%, 38.73 to 66.0% and 3.40 to 22.15%, respectively, with 15 local varieties reaching values similar to those obtained by modern dry rice varieties. White and chalky bellies varied from 0.10 to 8.68% and 0.02 to 3.12%, in that order. The differences were significant ( $p \leq 0.05$ ) for the effects of genotypes, environments and G x A interaction for income. For the whole and broken variables, the differences were significant ( $p \leq 0.05$ ) for genotypes and environments, but not for G x A interaction. For white belly and chalky, significant differences ( $p \leq 0.05$ ) were obtained for genotypes and interaction and not significant for environments. A stability ranking was also established for the characteristics studied. The joint variation rates for the agronomic characteristics varied from 0.46 (number of branches) to 0.92 (number of tillers). For the industrial characteristics, joint variation indexes equal to or higher than 1.0 were obtained for whole, broken, white belly and chalky, with values of up to 3.43, in the case of white belly grains. The joint wide heritability varied from 62.83% (number of branches) to 97.68% (white bellies). Fifteen varieties presented a higher tolerance than the others when submitted to a severe water restriction level of 10%. On the other hand, six varieties were more resistant than the others to moderate stress (20%), and three of them were among the most resistant in the two applied stress levels. Recommendations are presented for their immediate use and for genetic improvement by individual selection of plants with testing of progeny within the varieties and

between varieties from a mixture of similar varieties, in addition to care for the conservation of their genetic diversity.

**Keywords:** Dryland rice, local varieties. milling performance. drought tolerance, genetic improvement

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma organizacional da tese.....18

### CAPÍTULO IV

Figura 1 - Desenho esquemático das medidas de comprimento de folhas coletadas após período de estresse induzido .....98

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

Tabela 1: Variedades de arroz de sequeiro utilizadas no presente estudo e agrupadas por grupo morfológico, origem, tempo de cultivo e valores de uso (descritos pelos agricultores) .....25

Tabela 2: Dados de produtividade (Kg/ha), comprimento do colmo (cm) e perfilhamento (unidade) de variedades de arroz de sequeiro por local em Anchieta e Florianópolis e conjunta, safra 2018/2019.....31

Tabela 3: Dados de resistência ao degrane (escala), número de ramificações (unidade/panícula), número de grãos (unidade/panícula) e resistência ao acamamento (escala) de variedades de arroz de sequeiro por local em Anchieta e Florianópolis, e conjunta, safra 2018/2019.....34

Tabela 4: Ranking médio das dez variedades mais estáveis de arroz de sequeiro em Anchieta e Florianópolis, por grupo morfológico, variável e ranking médio, safra 2018/2019.....39

### CAPÍTULO II

Tabela 1: Classificação das variedades locais com base na dimensão dos grãos, conforme IN 06/2009.....49

Tabela 2: Renda de benefício, grãos inteiros e grãos quebrados, de arroz de sequeiro por local e conjunta, em Anchieta e Florianópolis, safra 2018/2019.....53

Tabela 3: Grãos barriga branca e gessados de arroz de sequeiro por local e conjunta, em Anchieta e Florianópolis, safra 2018/2019.....56

Tabela 4: Ranking médio das dez variedades mais estáveis de arroz de sequeiro em Anchieta e Florianópolis, para renda de benefício (REN), grãos inteiros (INT), quebrados (QUE), com barriga branca (BBR) e gessados (GES), na safra 2018/2019.....	59
---	----

### CAPÍTULO III

Tabela 1: Quadro de análise de variância por parcela e por local.....	71
---	----

Tabela 2: Quadro de análise de variância conjunta por parcela.....	71
--	----

Tabela 3: Quadro de esperanças de quadrados médios (nível de planta) por local para modelo.....	72
---	----

Tabela 4: Estimativas genéticas por local e conjunta, Anchieta e Florianópolis, das variedades locais de arroz de sequeiro, 2018/2019.....	72
--	----

Tabela 5: Médias, coeficientes de variação experimental e genético; e índices de variação por local, em Anchieta e Florianópolis e conjunta, safra 2018/2019.....	76
---	----

Tabela 6: Estimativa de componentes de variância (média de variedades) e parâmetros genéticos de rendimento agrônômico e industrial por local, em Anchieta e Florianópolis, e conjunta, safra 2018/2019.....	78
--	----

Tabela 7: Estimativa de razão dos coeficientes de variação genética entre e dentro de variedades de arroz de sequeiro em Anchieta e Florianópolis, safra 2018/2019.....	80
---	----

Tabela 8: Médias, desvio-padrão e valores máximos e mínimos das variáveis com dados de plantas individuais, Anchieta, 2018/2019.....	81
--	----

Tabela 9: Médias, desvio-padrão e valores máximos e mínimos das variáveis com dados de plantas individuais, Florianópolis, 2018/2019.....	83
---	----

Tabela 10: Coeficiente de variação varietal das variáveis com dados de plantas individuais, Anchieta e Florianópolis, 2018/2019.....	85
--	----

#### CAPÍTULO IV

Tabela 1: Dados climatológicos obtidos durante o período de estresse hídrico induzido, a partir de equipamentos eletrônicos de leitura instantânea.....	99
---	----

Tabela 2: DTD de variedades locais de arroz de sequeiro após período de estresse hídrico induzido.....	100
--	-----

#### CONCLUSÕES

Tabela 1: Agrupamento de médias das variáveis produtividade, renda de benefício e índice de tolerância à seca (DTD) ao estresse severo das variedades locais de arroz de sequeiro do oeste catarinense, em Anchieta.....	109
--	-----

Tabela 2: Coeficientes de variação amostral para comprimento do colmo (em Anchieta) e índice DTD de tolerância à seca para as variedades locais de arroz de sequeiro.....	115
---	-----

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AFRICARICE Associação para o Desenvolvimento do Cultivo de Arroz da África Ocidental – Benim

BIOVERSITY Centro Internacional de Pesquisas para o Desenvolvimento da Agricultura e Florestas

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPAGRI Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

IAC Instituto Agronômico de Campinas

IAPAR/PR Instituto Agronômico do Paraná

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IRAT Instituto de Pesquisa Agronômica Tropical e Culturas Alimentares – França

IRRI Instituto Internacional de Investigação do Arroz - Filipinas

NEABio/UFSC Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade da Universidade Federal de Santa Catarina

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
2.1	OBJETIVO GERAL .....	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
<b>3</b>	<b>ESTRUTURA DA TESE.....</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>CAPÍTULO I - DESEMPENHO AGRONÔMICO DE VARIEDADES LOCAIS DE ARROZ DE SEQUEIRO DO OESTE CATARINENSE.....</b>	<b>20</b>
5.1	RESUMO.....	20
5.2	INTRODUÇÃO .....	21
5.3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
5.4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	29
5.5	CONCLUSÕES .....	40
5.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	41
<b>6</b>	<b>CAPÍTULO II - COMPONENTES DE RENDIMENTO INDUSTRIAL DE VARIEDADES LOCAIS DE ARROZ DE SEQUEIRO DO OESTE CATARINENSE .</b>	<b>45</b>
6.1	RESUMO.....	46
6.2	INTRODUÇÃO .....	46
6.3	MATERIAL E MÉTODOS .....	48
6.4	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	51
6.5	CONCLUSÕES .....	60
6.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	60
<b>7</b>	<b>CAPÍTULO III POTENCIAL GENÉTICO E VARIABILIDADE DE ACESSOS DE ARROZ DE SEQUEIRO DO OESTE CATARINENSE.....</b>	<b>63</b>
7.1	RESUMO.....	63
7.2	INTRODUÇÃO .....	65
7.3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	68

7.4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	74
7.5	CONCLUSÕES.....	87
7.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
<b>8</b>	<b>CAPÍTULO IV - TOLERÂNCIA A SECA DE VARIEDADES LOCAIS DE ARROZ DE SEQUEIRO DO EXTREMO OESTE DE SANTA CATARINA .....</b>	<b>93</b>
8.1	RESUMO.....	93
8.2	INTRODUÇÃO.....	94
8.3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	97
8.4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	100
8.5	CONCLUSÕES.....	104
8.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
<b>9</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>109</b>
9.1	SITUAÇÃO ATUAL PARA USO DIRETO DAS VARIEDADES.....	109
9.2	RECOMENDAÇÕES PARA O MELHORAMENTO DAS VARIEDADES LOCAIS.....	112
9.3	CONSERVAÇÃO DA DIVERSIDADE GENÉTICA.....	118
9.4	NECESSIDADES DE NOVOS ESTUDOS.....	119
9.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119

## 1 INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) foi a segunda cultura em área plantada no mundo no ano de 2018 e é considerada a cultura mais importante como alimento humano, sendo responsável pela alimentação diária de mais de 3 bilhões de pessoas (IRRI, 2020), com mais de 344 milhões de fazendas e aproximadamente 160 milhões de hectares cultivados anualmente em diferentes escalas e sistemas.

No ano de 2018, a área plantada de arroz no Brasil foi equivalente a 1,87 milhão de ha, com uma produção total de 11,74 milhões de toneladas e rendimento médio de 6,28 t ha<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 2019). A maior parte desta área e o rendimento médio apresentado se referem à produção proporcional no sistema irrigado. O sistema de sequeiro foi cultivado em cerca 480 mil ha neste ano, com uma produção estimada em 1,13 milhão toneladas e um rendimento médio de 2,30 t ha<sup>-1</sup>. O estado de Santa Catarina respondeu pela produção de 298 t de arroz de sequeiro, produzidos em 137 ha e obteve um rendimento médio de 2,18 t ha<sup>-1</sup>.

Segundo a mesma instituição, nas últimas três décadas, houve uma redução de 99,7% na área plantada de arroz de sequeiro em Santa Catarina. Para Soares et al. (2004), um dos motivos para a expressiva redução de área plantada foi a menor qualidade industrial, com grande variação qualitativa dos grãos, além da menor valorização do arroz de sequeiro. Além disso, o melhoramento genético e os incrementos de produtividade das variedades de arroz irrigado a partir das décadas de 1970-1980 fizeram com que as produtividades e os riscos associados ao cultivo de sequeiro o tornassem pouco atrativo para a produção comercial, especialmente no litoral e região sul de Santa Catarina.

O arroz de sequeiro continua sendo produzido na região centro-oeste e oeste do estado de Santa Catarina em propriedades familiares, com a produção voltada principalmente para o autoconsumo e a comercialização no mercado local ou regional.

Embora o arroz de sequeiro tenha importância histórica, social e na segurança alimentar da agricultura familiar, em Santa Catarina, o estado não possui, atualmente, nenhuma cultivar de arroz de sequeiro recomendada para cultivo pela pesquisa agropecuária oficial (EPAGRI, 2017). A ausência de cultivares recomendadas reflete uma importante lacuna na pesquisa e na valorização das variedades tradicionais de arroz de sequeiro conservadas pelos agricultores familiares. Além disso, cultivares sem recomendação oficial apresentam restrições na comercialização, financiamento da lavoura, seguro agrícola e aquisição de sementes, limitando as possibilidades de os agricultores expandirem suas áreas cultivadas e,

eventualmente, comercializarem formalmente excedentes de produção, inclusive em programas governamentais de valorização da agricultura familiar.

Os agricultores familiares do oeste de Santa Catarina multiplicam e conservam estas sementes há várias décadas. O Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade da Universidade Federal de Santa Catarina vem trabalhando na caracterização e avaliação destas populações de arroz de sequeiro existentes no oeste de Santa Catarina (Reichert Jr et al., 2020), tendo sido identificada previamente ampla diversidade genética morfológica entre os acessos coletados (Pinto et al., 2019), ao mesmo tempo que identificada a ocorrência de erosão genética pelo envelhecimento da força de trabalho das propriedades familiares, pelo trabalho excessivo na manutenção dos cultivos, pelos riscos abióticos representados pelo aumento em intensidade e frequência de secas na região, entre outros fatores (Pinto, 2017).

A conservação *in situ on farm* destas sementes pelos agricultores tem papel fundamental na conservação da diversidade genética da espécie e na segurança alimentar. Segundo Dhillon et al. (2004) a conservação *in situ on farm* tem a vantagem sobre os métodos *ex situ* porque permite aos genótipos continuarem a evolução e as adaptações ao ecossistema agrícola e à região ecogeográfica específica das comunidades tradicionais que o cultivam.

Ao mesmo tempo que a conservação *in situ on farm* tem função destacada na conservação da biodiversidade, estas populações, acessos e variedades locais são reservatórios de genes e alelos para características de interesse no melhoramento genético participativo e formal (Mandel et al., 2011).

Isto posto, esta tese pretende contribuir com a conservação da agrobiodiversidade e melhoramento genético das variedades locais de arroz de sequeiro do oeste de Santa Catarina, gerando informações de base genética e tecnológica sobre o comportamento agrônomo, o rendimento industrial e a tolerância à seca destes recursos genéticos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

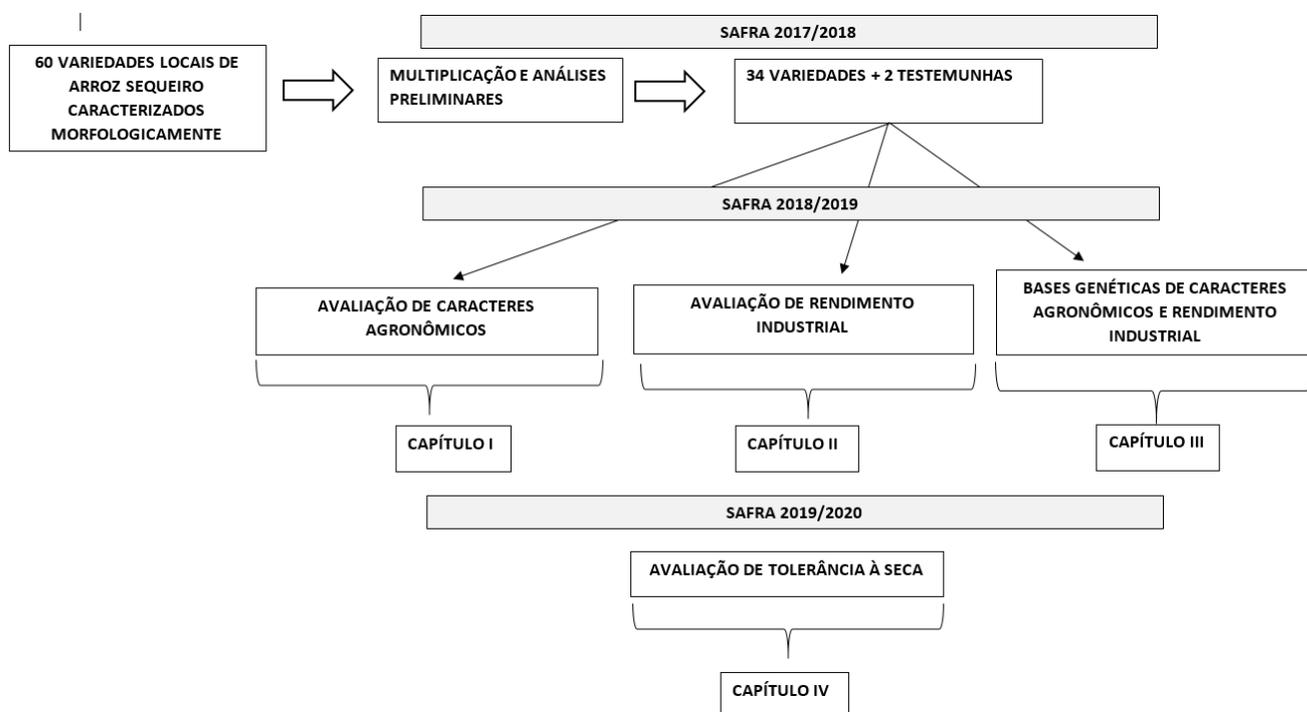
Estudar o desempenho agrônomo, rendimento industrial e respostas diferenciais de tolerância à seca de variedades locais de arroz de sequeiro do oeste catarinense.

## 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar as bases genéticas da herança de caracteres quantitativos relacionados à características agronômicas de variedades locais de arroz de sequeiro do oeste catarinense;
- Estudar as bases genéticas da herança de caracteres quantitativos relacionados à performance de engenho de variedades locais de arroz de sequeiro do oeste catarinense;
- Identificar a variabilidade genética entre as variedades locais para as características agronômicas e industriais estudadas;
- Identificar a magnitude da variação presente dentro das variedades locais para características agronômicas de comprimento do colmo, perfilhamento, resistência ao degrane, número de ramificações por panícula, número de grãos por panícula e tolerância à seca;
- Recomendar ações iniciais de pré-melhoramento e melhoramento das variedades locais de sequeiro estudadas.

## 3 ESTRUTURA DA TESE

Figura 1: Fluxograma organizacional da estrutura da tese



#### 4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DHILLON, B.S., DUA, P., BRHAMI, P, BISHT, I.S. On-farm conservation of plant genetic resources for food and agriculture. **Current Science**, vol. 87, no. 5, 2004.

EMBRAPA. **Dados conjunturais da produção de arroz (Oryza sativa L.) no Brasil (1986 a 2018): área, produção e rendimento**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2019. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>>.

EPAGRI. **Avaliação de cultivares para o estado de Santa Catarina, safra 2017-2018**. 2017. Disponível em: < [http://docweb.epagri.sc.gov.br/website\\_epagri/BT/BT-176\\_Avaliacao-de-cultivares-2017-18.pdf](http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_epagri/BT/BT-176_Avaliacao-de-cultivares-2017-18.pdf)>.

IRRI, **Annual Report 2019**. 2020. Disponível em < [http://books.irri.org/AR2019\\_content.pdf](http://books.irri.org/AR2019_content.pdf)>.

MANDEL JR, DECHAIINE, J.M., MAREK, L.F., BURKE, J.M. Genetic diversity and population structure in cultivated sunflower and a comparison to its wild progenitor, *Helianthus annuus* L. **Theory Applied Genetics** 123(5):693–704, 2011.

PINTO, T.T. **A cultura do arroz de sequeiro no Extremo Oeste de Santa Catarina: diversidade, conhecimentos associados e riscos de erosão genética de variedades locais conservadas pela agricultura familiar**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis, SC, 2017.

PINTO, T.T., OGLIARI, J.B., MAGHELLY, O.R. Phenotypic characterization of dryland rice (*Oryza sativa* L.) germplasm conserved in situ (on farm) in a crop-diversity microcenter in southern Brazil. **Genetic resources and crop evolution** 66 (2), 2019.

REICHERT JR. F. W.; SOUZA, R.; PINTO, T. T.; MAGHELLY, O.; SELEDES, R. M.; AVILA, L. N. V.; OGLIARI, J. B. Diversity of Crops Conserved by Family Farmers in the Extreme West of Santa Catarina, Southern Brazil. In: MOSSI, A. J.; PETRY, C.; REICHERT

JR, F. W. (Eds.) **Agroecology insights, experiences and perspectives**. 1 ed. Nova Publishers, Nova York, p. 141-161, 2020.

SOARES, P.C.; SOARES, A.A.; MORAIS, O.P. de; CASTRO, E. da M.; RANGEL, P.H.N.; CORNÉLIO, V.M. de O.; SOUZA, M.A. de. Cultivares de arroz de terras altas e de várzeas recomendadas para Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v.25, p.25-34, 2004.

## **5 CAPÍTULO I - DESEMPENHO AGRONÔMICO DE VARIEDADES LOCAIS DE ARROZ DE SEQUEIRO DO OESTE CATARINENSE**

Capítulo formatado na forma de artigo a ser submetido ao periódico “Rice Science”.

### 5.1 RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agronômico de 34 variedades locais de arroz de sequeiro de quatro grupos morfológicos, estabelecidos a partir do formato de grãos, cor da casca e cor de grãos integrais. Os experimentos foram realizados em dois municípios de Santa Catarina (Anchieta e Florianópolis, SC, Safra 2018/19), em blocos completos casualizados com quatro repetições por local. A produtividade, o comprimento de colmo, o número de perfilhos por planta, a resistência ao degrane, o número de ramificações por panícula, o número de grãos por panícula e a resistência ao acamamento variaram de 1.458,59 a 4.193,80 kg ha<sup>-1</sup>, 69,2 a 113,1 cm, 2,5 a 4,0 perfilhos por planta, 1,0 a 2,1 (escala de degrane de 1 a 3), 8,5 a 10,2 ramificações e 75,9 a 97 grãos, 1,5 a 9,0 (escala de acamamento de 1 a 9), respectivamente. Os maiores valores de produtividade e comprimento de colmo foram obtidos em Florianópolis. Número de perfilhos, resistência ao degrane e número de ramificações e panículas não apresentaram tendência clara entre os locais. Resistência ao acamamento foi maior em Anchieta, no local de origem das variedades. As variáveis produtividade, comprimento do colmo e número de grãos apresentaram dependência pelo teste do qui-quadrado ( $p \leq 0,05$ ), em relação ao tempo de conservação das variedades pelos agricultores. Variedades de grão médio a médio-alongado e cor de grão integral vermelha, potencialmente enquadradas como grãos especiais, obtiveram produtividades equivalentes às demais. As diferenças foram significativas ( $p \leq 0,05$ ) para os efeitos de genótipo, ambiente e interação genótipo x ambiente, para a variável comprimento do colmo. Todas as demais variáveis apresentaram diferenças

significativas ( $p \leq 0,05$ ) para os efeitos de genótipo e interação e não significativas para ambiente. Foi estabelecido um ranking médio de estabilidade para as variedades estudadas. Palavras Chave: arroz de sequeiro, rendimento agrônômico, variedades locais, estabilidade.

## 5.2 INTRODUÇÃO

O cultivo de arroz de sequeiro tem sido realizado há várias décadas por agricultores familiares das regiões oeste e encostas da serra geral de Santa Catarina, sendo a produção no Estado quase que exclusiva para autoconsumo, ocupando 137 hectares, com produção de 298 toneladas e rendimento de  $2.175 \text{ kg ha}^{-1}$ , em 2018 (EMBRAPA, 2019). Segundo a mesma instituição, em três décadas, houve uma redução de 99,7% na área plantada de arroz de sequeiro, em Santa Catarina e, no período, o rendimento médio não sofreu alterações significativas, situando-se entre  $1.500$  e  $2.200 \text{ kg ha}^{-1}$ . Para Soares et al. (2004), um dos motivos para a expressiva redução de área plantada foi a menor qualidade industrial, com grande variação qualitativa dos grãos, além da menor valorização do arroz de sequeiro. Além disso, o melhoramento genético e os incrementos de produtividade das variedades de arroz irrigado fizeram com que as produtividades e os riscos associados ao cultivo de sequeiro o tornassem menos atrativo para a produção comercial.

Embora o arroz de sequeiro tenha importância histórica, social e na segurança alimentar da agricultura familiar, em Santa Catarina, atualmente, o Estado não possui nenhuma cultivar de arroz de sequeiro recomendada para cultivo pela pesquisa agropecuária oficial (EPAGRI, 2017). Por outro lado, existe uma grande diversidade de variedades cultivadas no sistema de sequeiro nessa região do país (Pinto et al., 2019), oriundas de sementes cultivadas e conservadas por famílias de agricultores tradicionais.

Sementes locais mantidas por agricultores ao longo dos anos de cultivo tendem a ser materiais vigorosos e com vantagens adaptativas, em razão da pressão de seleção oferecida pelo ecossistema agrícola e pelo manejo dos produtores. A adaptação das variedades locais às condições dos ambientes de origem permite sistemas de cultivo mais sustentáveis, menos exigentes em insumos (Ogliari & Alves, 2007; Ogliari et al., 2013). As variedades locais tendem a apresentar elevada variabilidade genética e, apesar de, no geral, não terem elevado potencial produtivo, em comparação com as variedades melhoradas, possuem maior estabilidade e adaptação a ambientes com um ou mais fatores limitantes à produção (Brondani et al., 2006).

Uma das principais contribuições da conservação *on farm* destas variedades locais é a segurança alimentar das famílias. Entre os principais valores de uso apontados pelos agricultores do oeste catarinense, que conservam e cultivam essas sementes, estão a tradição, hábito de consumo (relatam não gostar do arroz comercial), a qualidade culinária para o preparo dos pratos locais ou tradicionais e a crença de que estes grãos são mais saudáveis que àqueles comerciais (Pinto, 2017), por serem mais nutritivos e isentos de agrotóxicos.

Além disso, estas variedades locais também podem contribuir para a ampliação da base genética das cultivares de arroz do Brasil, em razão de reduzirem a vulnerabilidade genética desse cultivo, além de possibilitarem a ampliação da sua produtividade e qualidade agrônômica (Abadie et al., 2005). Neste sentido, as variedades locais têm um papel importante como fonte genes e características para o desenvolvimento das novas cultivares, embora tenham sido alvo de poucos esforços dos programas de melhoramento genético formais, especialmente na região sul do país, tanto no padrão comercial longo fino, quanto no segmento de grãos especiais.

A região do extremo oeste de Santa Catarina é reconhecida como um microcentro de diversidade genética de variedades tradicionais de arroz de sequeiro (Pinto et al., 2019). Por ocasião da coleta de germoplasma para a construção de uma coleção nuclear de arroz nacional pela EMBRAPA, a região sul contribuiu com a coleta de 89 variedades tradicionais de arroz (Abadie et al., 2005; Burle et al., 2001). Segundo estes últimos autores, esforços adicionais ainda devem ser feitos para a coleta de germoplasma de arroz de sequeiro adaptado às temperaturas noturnas mais amenas nesta região, em contraposição aos materiais coletados nas regiões mais quentes do país, onde a amplitude térmica diária é menor.

Uma das características-chaves para a definição da diversidade genética identificada por Pinto et al. (2019) é a cor do grão integral. Neste estudo, foram discriminadas 15 variedades locais com coloração vermelha ou avermelhada. A cor característica do pericarpo do grão de arroz é originalmente vermelha, oriunda dos seus ascendentes silvestres. A cor branca, predominante na produção comercial mundial de arroz, inclusive no Brasil, originou-se de uma mutação e se tornou preponderante na maioria dos programas de melhoramento genético do arroz, em função do maior interesse comercial por esta cor de pericarpo (Pereira et al., 2007). A coloração avermelhada do pericarpo deve-se a um acúmulo de tanino ou de antocianina, substância com ações

antioxidantes e associadas às proteínas do grão (Patindol et al., 2006). Diversos estudos apontam que variedades de arroz ditos “coloridos” tendem a apresentar um maior teor de nutrientes, em relação ao arroz branco e, por isso, devem ser valorizadas pelas suas propriedades benéficas à saúde (FAO, 2004; Priya et al. 2019; Veni, 2019).

Com base nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar e caracterizar o comportamento agrônômico de variedades locais de arroz de sequeiro conservadas por agricultores familiares do extremo oeste catarinense, a partir da avaliação da produtividade, do comprimento do colmo, do número de perfilhos por planta, da resistência ao degrane, do número de ramificações por panícula, do número de grãos por panícula e da resistência ao acamamento.

### 5.3 MATERIAIS E MÉTODOS

As populações locais de arroz de sequeiro do presente estudo são procedentes dos municípios de Anchieta e Guaraciaba, ambos localizados no extremo oeste de Santa Catarina, no sul do Brasil. Elas foram coletadas em unidades familiares de produção agrícola desses municípios pela equipe de pesquisadores do Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade da UFSC (NEABio/UFSC), entre os anos de 2012 a 2014.

De um total de cento e doze variedades coletadas, sessenta foram previamente caracterizadas por Pinto et al. (2019) para caracteres morfológicos e fenológicos. Destas, trinta e quatro variedades de quatro grupos morfológicos distintos, em relação ao formato do grão, à cor da casca e do grão integral, foram selecionadas para o presente estudo (tabela 1), de acordo com o tempo de sua conservação pelo agricultor (priorizando materiais conservados há mais tempo), a origem da semente (como um indicativo de antiguidade na região) e a distância Euclidiana calculada por Pinto (2017), com base em 31 variáveis. As variedades selecionadas para o presente estudo representam a diversidade genética das 60 variedades para as características número de perfilhos, espessura do colmo e comprimento das panículas, com precisão superior a 95%, de acordo com o cálculo por variável do erro amostral máximo e proporção populacional a partir dos dados de média e desvio-padrão obtidos por Pinto (2017).

Cinco das variedades avaliadas, enquadradas nos grupos III (31, 32 e 82) e IV (10, 19, 29, 41, 54, 59, 71 e 103), apresentaram grão integral com coloração vermelha ou avermelhada nas avaliações morfológicas realizadas por Pinto (2017). Estas cinco

variedades (10, 19, 31, 32 e 59) apresentaram ainda grãos médios ou médio alongados, distintos do padrão comercial de grãos longos finos, predominante no mercado brasileiro e mundial.

Como testemunha, foi utilizada a variedade IPR117 (IAPAR/PR), único material de sequeiro com produção comercial e recomendação de cultivo para os estados do sul do país. A IPR117 foi desenvolvida pelo IAPAR a partir do cruzamento de IAC 47 e IRAT146, para condições de cultivo em sequeiro, no âmbito da agricultura familiar e rotação com a soja. Possui grãos de classe longo fino e elevado rendimento de beneficiamento, ciclo longo e rendimento médio de até 3.500 kg ha<sup>-1</sup>, em áreas demonstrativas (IAPAR, 2003).

Os experimentos foram implantados em dois ambientes do estado de Santa Catarina, com altitudes, temperaturas mínimas e médias, regime pluviométrico e solos distintos entre si, buscando permitir as estimativas de interações genótipo x ambiente e estabilidade. O primeiro experimento foi conduzido no ambiente e região de origem de coleta e conservação das variedades, no município de Anchieta, em propriedade rural de agricultores familiares, com altitude de 717 m, nas coordenadas 26° 30' 53.93" S; 53° 18' 44.97" O e solo classificado como cambissolo, com relevo ondulado e pedregoso. O município de Anchieta está localizado na região sul do Brasil, na microrregião do extremo oeste de Santa Catarina (IBGE, 2010). Essa região possui clima mesotérmico úmido (Cfa de Köppen), temperatura média anual de 17,8 °C, precipitação pluviométrica anual em torno de 1.700 a 2.000 mm. O segundo experimento foi conduzido em Florianópolis, na Fazenda Experimental da UFSC, no litoral catarinense (região de maior produção de arroz no sistema irrigado, em Santa Catarina), com altitude de 5 m em relação ao nível do mar. A fazenda encontra-se localizada na Ilha de Santa Catarina, nas coordenadas geográficas 27° 41' 06.28" S; 48°32' 38.81" O. Segundo a classificação climática de Köeppen, a fazenda situa-se numa sub-região de clima subtropical constantemente úmido, sem estação seca, com verão quente e temperatura média anual de 20,1 °C. O solo da fazenda é classificado como neossolo quartzarênico hidromórfico típico. A precipitação normalmente varia de 1.270 a 1.600 mm anuais.

Tabela 1: Variedades de arroz de sequeiro utilizadas no presente estudo e agrupadas por grupo morfológico, origem, tempo de cultivo e valores de uso (descritos pelos agricultores).

<b>VAR.</b>	<b>GRUPO</b>	<b>FORMATO GRÃO</b>	<b>COR DA CASCA</b>	<b>COR DO GRÃO INTEGRAL</b>	<b>ORIGEM</b>	<b>TEMPO DE CULTIVO</b>	<b>MUNICÍPIO</b>	<b>VALORES DE USO<sup>1</sup></b>
98	I	Alongado	Dourada	Parda	Herança	19	Anchieta	Tradição
104	I	Alongado	Dourada	Parda	Vizinhos	1	Anchieta	Qualidade culinária
7	II	Médio alongado	Palha	Parda	Vizinhos	20	Guaraciaba	Boa produtividade
12	II	Alongado	Palha	Parda	Sindicato	34	Anchieta	Não gosta arroz comercial
13	II	Alongado	Palha	Parda	Agropecuária	10	Anchieta	Boa produtividade
14	II	Médio alongado	Palha	Parda	Herança	30	Anchieta	Não gosta arroz comercial
17	II	Alongado	Palha	Parda	Herança	5	Anchieta	Resistente
20	II	Misturado	Palha e dourada	Parda	Vizinhos	13	Anchieta	Boa produtividade
22	II	Médio alongado	Palha	Parda	Herança	15	Guaraciaba	Qualidade culinária
24	II	Médio alongado	Palha	Parda	Vizinhos	6	Anchieta	Boa produtividade
34	II	Médio alongado	Palha	Parda	Vizinhos	2	Guaraciaba	Qualidade culinária
35	II	Alongado	Palha	Parda	Sindicato	20	Anchieta	Não gosta arroz comercial
42	II	Médio alongado	Palha	Parda	Herança	5	Guaraciaba	Saudável
43	II	Médio alongado	Palha	Parda	Herança	10	Guaraciaba	Qualidade culinária
50	II	Alongado	Palha	Parda	Herança	8	Guaraciaba	Qualidade culinária
60	II	Médio	Palha	Parda	Agropecuária	12	Guaraciaba	Tradição
61	II	Alongado	Palha	Parda	Herança	20	Guaraciaba	Qualidade culinária
67	II	Alongado	Palha	Parda	Agropecuária	10	Guaraciaba	Boa produtividade
68	II	Alongado	Palha	Parda	Agropecuária	20	Guaraciaba	Boa produtividade
72	II	Médio alongado	Palha	Parda	Agropecuária	1	Guaraciaba	Tradição
83	II	Alongado	Palha	Parda	Herança	60	Guaraciaba	Qualidade culinária
84	II	Alongado	Palha	Parda	Agropecuária	3	Guaraciaba	Não gosta arroz comercial

90	II	Médio alongado	Dourada	Parda	Herança	2	Anchieta	Boa produtividade
31	III	Médio alongado	Marrom	Vermelha	Epagri	6	Guaraciaba	Boa produtividade
32	III	Médio alongado	Marrom	Vermelha	Epagri	8	Guaraciaba	Boa produtividade
82	III	Médio alongado	Marrom	Parda	Herança	17	Guaraciaba	Qualidade culinária
10	IV	Médio	Palha	Vermelha	Vizinhos	20	Anchieta	Qualidade culinária
19	IV	Médio	Palha	Vermelha	Vizinhos	20	Anchieta	Não gosta arroz comercial
29	IV	Médio alongado	Dourada	Parda	Vizinhos	2	Anchieta	Boa produtividade
41	IV	Medio	Palha	Parda	Herança	25	Anchieta	Boa produtividade
54	IV	Médio	Palha	Parda	Agropecuária	11	Guaraciaba	Saudável
59	IV	Médio	Palha	Vermelha	Herança	42	Guaraciaba	Qualidade culinária
71	IV	Médio alongado	Palha	Parda	Agropecuária	12	Guaraciaba	Adaptada ao local
103	IV	Médio alongado	Palha	Parda	Herança	34	Anchieta	Qualidade culinária

<sup>1</sup>Valores de uso das variedades, na visão dos agricultores, segundo entrevista realizada em entre os anos de 2012 a 2014 para o diagnóstico da diversidade de arroz de sequeiro em Anchieta e Guaraciaba.

Fonte: Adaptado de Pinto (2017)

Os experimentos foram conduzidos no delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições em cada local e unidades experimentais constituídas por quatro fileiras de 3,0 metros lineares de comprimento, espaçadas 0,34 metros entre si, contendo 55 plantas por metro linear após o desbaste. Foi considerada como parcela útil os dois metros centrais das duas fileiras do meio, perfazendo uma área útil de 1,36 m<sup>2</sup>, com aproximadamente 220 plantas (densidade aproximada de 1,6 milhão plantas ha<sup>-1</sup>).

A condução dos experimentos nos dois locais seguiu a tecnologia usualmente utilizada pelos agricultores, com preparo tratorizado da área, adubação orgânica completa (a partir da análise de solo) no plantio com esterco de aves e capinas manuais e mondas para controle das plantas invasoras. Não foi efetuado qualquer controle de pragas ou doenças.

Os caracteres avaliados de acordo com BIOVERSITY, IRRI E AFRICARICE (2011) foram produtividade, comprimento do colmo, resistência ao acamamento, perfilhamento, número de ramificações por panícula, número de grãos por panícula e resistência ao degrane. A produtividade foi registrada em kg por m<sup>2</sup> a partir da colheita total das fileiras centrais, no estágio de maturação fisiológica dos grãos. Após a avaliação da umidade dos grãos, em aparelho eletrônico instantâneo de medição marca Dicke Jonh (modelo Multigrain) e secagem em estufa a 42°, a umidade foi corrigida para padronização de 13% de umidade do grão de arroz em casca e convertido em kg ha<sup>-1</sup>. O caráter comprimento do colmo foi medido em centímetros entre a floração e a maturação, tomando-se a altura entre o nível do solo e a base da inserção da panícula, em vinte plantas aleatórias dentro da parcela útil. A resistência ao acamamento foi registrada em escala na maturação, com base nos graus de acamamento observados em 2 m das duas fileiras centrais, sendo (1) Muito fraca (todas as plantas caídas); (3) Fraca (maioria das plantas caídas); (5) Intermediária (maioria das plantas curvadas a cerca de 45°); (7) Forte (maioria das plantas levemente curvadas a 20° da vertical); (9) Muito forte (todas as plantas na vertical). O número de perfilhos por planta (unidade) foi avaliado entre a antese e a maturação a partir da contagem do número total de perfilhos de vinte plantas aleatórias da parcela útil. O número de ramificações por panícula e número de grãos por panícula (unidade) foram obtidos a partir de contagem em dez plantas da parcela útil, na colheita. A resistência ao degrane foi avaliada em vinte plantas aleatórias da parcela útil por ocasião da colheita, sendo (1) Difícil (poucos ou nenhum grão removido), (2) Intermediária (25-50% grãos removidos), (3) Fácil (> 50% grãos removidos).

Os dados foram submetidos a análises de homocedasticidade e, posteriormente, às análises de variância conjunta, testes de comparação de médias, interações genótipo x ambiente e estabilidade. A análise conjunta foi realizada segundo o modelo estatístico matemático misto descrito por Searle (1992), dado por  $Y_{ijk} = m + G_i + B/A_{jk} + A_j + GA_{ij} + E_{ijk}$ , com efeitos fixo para ambientes e aleatório para genótipos e demais efeitos, onde  $Y_{ijk}$ : valor fenotípico do  $i$ -ésimo genótipo no  $j$ -ésimo ambiente e no  $k$ -ésimo bloco;  $m$ : é a média geral paramétrica;  $G_i$ : é o efeito do genótipo  $i$ ;  $B/A_{jk}$ : corresponde ao bloco dentro de ambiente no  $j$ -ésimo ambiente e no  $k$ -ésimo bloco;  $A_j$ : é o efeito do ambiente  $j$ ;  $GA_{ij}$ : é o efeito da interação do  $i$ -ésimo genótipo com o  $j$ -ésimo ambiente; e  $E_{ijk}$ : é o efeito do erro experimental associado à observação  $Y_{ijk}$ .

Para a realização da análise conjunta dos locais foi avaliada previamente a homogeneidade dos quadrados médios residuais relativos aos experimentos nos diferentes locais, observando-se se a relação entre o maior e o menor quadrado médio residual era menor do que sete, conforme proposto por Pimentel-Gomes (1990). Através da análise conjunta, foram realizadas as análises de variância, testes de comparação de médias e, quando pertinente, análise de estabilidade.

As variáveis que apresentaram diferenças significativas entre variedades e locais pelo teste F ao nível de significância de 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ) foram submetidas ao teste de Scott-Knott ao mesmo nível de significância.

O teste do qui-quadrado foi utilizado para analisar a independência entre as variáveis quantitativas (produtividade, comprimento do colmo, resistência ao acamamento, perfilhamento, número de ramificações por panícula, número de grãos por panícula e resistência ao degrane) e as características associadas às variedades e definidas na tabela 1 (grupo morfológico, origem das sementes, tempo de cultivo e valores de uso) e também para identificar eventual associação entre produtividade e formato do grão ( $p \leq 0,05$ ).

Foram realizadas análises de correlação fenotípica, buscando avaliar a eventual relação entre produtividade, comprimento do colmo e número de perfilhos entre si e com as demais variáveis. Estas variáveis usualmente são foco dos programas de melhoramento genético de arroz e suas correlações fenotípicas e genéticas vêm sendo amplamente estudadas (Cargnin et al., 2010).

Análise de regressão foi realizada para número de grãos por panícula x número de ramificações e comprimento do colmo x acamamento, variáveis com conhecida relação de causa e efeito.

As análises de estabilidade foram realizadas pelo método tradicional (Yates & Cochran, 1938), com posterior ordenamento das variedades, em função da posição média em relação às sete variáveis coletadas.

Todas as análises estatísticas foram feitas com o aplicativo computacional GENES (Cruz, 2013).

#### 5.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os tratamentos apresentaram diferenças significativas para todas as variáveis estudadas nas análises de variância individual. Não foi detectada associação entre nenhuma das variáveis analisadas e o grupo morfológico e, por isso, os resultados serão apresentados e discutidos para o conjunto das variedades.

A produtividade variou de 1.458,59 a 4.193,80 kg ha<sup>-1</sup>, considerando os dois locais experimentais (tabela 2). Maiores produtividades foram obtidas na Fazenda Experimental, em Florianópolis, fora do local de origem das variedades. Gonçalves et al. (2013) obtiveram, em experimentos no extremo oeste do Estado, em condições semelhantes ao do presente trabalho e utilizando quatro variedades de mesma origem, produtividades de 1.050 a 3.050 kg ha<sup>-1</sup>. Bortoli (2015), por sua vez, trabalhando com nove variedades locais de mesma origem, obteve produtividades entre 1.190 a 4.106 kg ha<sup>-1</sup>, valores semelhantes aos obtidos no presente trabalho.

Quatorze variedades obtiveram produtividades estatisticamente equivalentes à testemunha (10, 13, 19, 20, 22, 31, 34, 43, 59, 61, 67, 68, 72, 84 e 103), em Anchieta, no patamar superior do teste de comparação de médias (2.430,7 a 3.350,2 kg ha<sup>-1</sup>). Em Florianópolis, onze variedades se equivaleram à testemunha no patamar intermediário (10, 12, 13, 35, 50, 59, 67, 71, 83, 98 e 104) e nove foram estatisticamente superiores (17, 19, 29, 34, 41, 43, 68, 72 e 84), registrando rendimentos de 3.516,1 a 4.193,8 kg ha<sup>-1</sup>. As variedades 19, 34, 43, 68, 72 e 84 apresentaram produtividades superiores, nos dois locais.

Na análise conjunta dos experimentos, doze tratamentos (12, 17, 19, 29, 41, 43, 50, 68, 72, 84, 98 e 104) apresentaram desempenho significativamente maior, em Florianópolis, e nenhuma variedade teve desempenho superior em termos de produtividade, em Anchieta.

As variedades obtiveram maiores alturas, em Florianópolis, com comprimento de colmo variando de 69,0 a 97,1 cm, em Anchieta, e de 83,6 a 113,1 cm, em Florianópolis

(tabela 2). Bortoli (2015), trabalhando com nove variedades locais de mesma origem e cultivadas no oeste de Santa Catarina, obteve alturas entre 78 a 105 cm, semelhantes às estimativas obtidas neste estudo e compatíveis com àquelas usuais para variedades locais ou tradicionais de sequeiro. O comprimento do colmo assume importância à medida que se relaciona com a altura da planta e, conseqüentemente, com a capacidade fotossintética e competição com invasoras. Por outro lado, comprimentos do colmo elevados, característicos das variedades locais ou tradicionais de arroz, aumentam a probabilidade de acamamento das plantas (Arf et al., 2015), o que corrobora a obtenção de dados superiores de resistência ao acamamento, em Anchieta.

Para número de perfilhos, os valores variaram de 2,7 a 4,2, em Anchieta, e de 2,2 a 4,0, em Florianópolis (tabela 2). Vinte e seis variedades não apresentaram diferenças significativas entre os locais para o número de perfilhos pela análise conjunta. Os valores variaram de 2,6 a 4,2 perfilhos por planta. Não houve uma tendência de maior número de perfilhos em determinado local, apesar das plantas permanecerem um maior período na fase fenológica de perfilhamento, em Anchieta, em função do menor acúmulo diário de graus-dia (menores temperaturas, principalmente noturnas, em função da diferença de altitude).

A variável número de ramificações por panícula, em média, foi de 9,11, em Anchieta, e 9,25, em Florianópolis (tabela 3). O número de grãos por panícula variou de 75,9 a 96,4, em Anchieta, e de 73,6 a 94,1, em Florianópolis (tabela 3), valores inferiores àqueles obtidos por Alvarez et al. (2012), de 92 a 151 grãos por panícula, trabalhando com variedades comerciais melhoradas de arroz de sequeiro. Número de perfilhos, número de ramificações da panícula e número de grãos por panícula são considerados importantes componentes de rendimento para arroz (Marchezan et al., 2005).

204 Tabela 2: Dados de produtividade (Kg/ha), comprimento do colmo (cm) e perfilhamento (unidade) de variedades de arroz de sequeiro por local  
 205 em Anchieta e Florianópolis e conjunta, safra 2018/2019.

GRUPO	VAR,	PRODUTIVIDADE (kg ha <sup>-1</sup> )			COMP. DO COLMO (cm)			PERFILHAMENTO (unidade)		
		Anchieta	Florianópolis	Conjunta	Anchieta	Florianópolis	Conjunta	Anchieta	Florianópolis	Conjunta
I	98	1737,58 bB	2980,37 bA	2358,98 b	79,1 bB	90,7 cA	84,90 b	3,2 bA	3,1 bA	3,2 b
I	104	1458,59 bB	3300,69 bA	2379,64 b	70,8 bB	100,4 bA	85,60 b	3,3 bA	3,2 bA	3,3 a
II	7	2104,20 bA	2677,07 cA	2390,64 b	87,9 aB	113,1 aA	100,50 a	3,2 bA	3,4 aA	3,3 a
II	12	2023,22 bB	3125,80 bA	2574,51 b	81,4 bA	83,6 cA	82,50 c	2,9 cA	2,2 bB	2,6 c
II	13	2963,08 aA	3164,69 bA	3063,89 a	84,6 aB	98,3 bA	91,45 b	3,1 bA	3,1 bA	3,1 b
II	14	1877,52 bA	2600,89 cA	2239,21 b	82,2 bB	96,8 bA	89,50 b	3,0 cA	2,9 b A	3,0 b
II	17	1899,69 bB	3528,93 aA	2714,31 a	78,2 bB	97,2 bA	87,70 b	2,8 cB	3,4 a A	3,1 a
II	20	2879,80 aA	2021,16 cA	2450,48 b	83,5 bB	99,5 bA	91,50 b	2,9 cB	3,7 aA	3,3 a
II	22	2593,38 aA	1717,17 cA	2155,28 b	88,5 aA	88,5 cA	88,50 b	3,2 bA	3,3 aA	3,3 a
II	24	2158,22 bA	1799,79 cA	1979,01 b	79,4 bB	102,1 bA	90,75 b	3,4 bA	2,9 bB	3,2 a
II	34	3020,13 aB	3934,07 aA	3477,10 a	80,3 bB	91,5 cA	85,90 c	3,4 bA	3,5 aA	3,5 a
II	35	2152,85 bA	2988,94 bA	2570,90 b	75,9 bB	92,2 cA	84,05 c	3,0 cA	2,7 b A	2,9 c
II	42	1815,15 bA	2526,02 cA	2170,59 b	78,8 bA	89,3 cA	84,05 c	3,1 bA	3,1 bA	3,1 b
II	43	2563,15 aB	3716,24 aA	3139,70 a	97,1 aA	97,0 bA	97,05 a	3,3 bA	2,9 bA	3,1 b
II	50	1762,33 bB	2895,89 bA	2329,11 b	79,0 bA	102,8 bA	90,90 b	2,8 cA	2,9 bA	2,9 c
II	60	1715,24 bA	2076,12 cA	1895,68 b	77,1 bB	98,3 bA	87,70 b	3,2 bA	3,0 bA	3,1 b

II	61	2435,05 aA	2038,13 cA	2236,59 b	86,6 aB	99,1 bA	92,85 b	3,2 bA	3,4 aA	3,3 a
II	67	2543,16 aA	3124,24 bA	2833,70 a	80,6 bB	96,1 bA	88,35 b	3,1 bA	3,0 bA	3,1 b
II	68	2644,75 aB	4099,04 aA	3371,90 a	79,1 bB	98,7 bA	88,90 b	3,2 bB	3,8 aA	3,5 a
II	72	2430,70 aB	3789,74 aA	3110,22 a	80,9 bB	93,9 cA	87,40 b	3,3 bA	3,0 bA	3,2 b
II	83	2238,77 bA	3117,14 bA	2677,96 b	78,9 bB	95,1 bA	87,00 b	2,7 cA	3,2 bA	3,0 b
II	84	2737,19 aB	4193,80 aA	3465,50 a	86,2 aB	100,9 bA	93,55 a	2,7 cB	3,7 aA	3,2 b
II	90	2181,24 bA	1890,67 cA	2035,96 b	90,9 aB	106,8 aA	98,85 a	3,1 bA	2,8 bA	3,0 b
III	31	2619,56 aA	2175,68 cA	2397,62 b	93,3 aB	106,6 aA	99,95 a	4,2 aA	3,0 bB	3,6 a
III	32	1836,39 bA	1752,91 cA	1794,65 b	91,3 aB	110,9 aA	101,10 a	3,2 bA	2,5 bB	2,9 c
III	82	1856,44 bA	1794,40 cA	1825,42 b	88,7 aB	106,2 aA	97,45 a	2,8 cA	3,0 bA	2,9 c
IV	10	3350,24 aA	2997,93 bA	3174,09 a	81,1bA	85,8 cA	83,45 c	3,2 bB	4,0 aA	3,6 a
IV	19	2541,09 aB	3727,32 aA	3134,21 a	81,9 bA	85,1 cA	83,50 c	3,1 bA	3,1 bA	3,1 b
IV	29	2206,48 bB	4181,14 aA	3193,81 a	82,8 bA	90,4 cA	86,60 b	3,0 cA	3,4 aA	3,2 b
IV	41	1866,03 bB	3516,12 aA	2691,08 a	73,7 bB	89,9 cA	81,80 c	3,3 bA	2,8 bA	3,1 b
IV	54	2108,75 bA	2695,04 cA	2401,90 b	74,7 bB	89,3 cA	82,00 c	2,6 cA	2,9 bA	2,8 c
IV	59	2537,04 aA	3352,88 bA	2944,96 a	79,3 bA	86,1 cA	82,70 c	3,2 bA	3,6 aA	3,4 a
IV	71	2304,12 bA	2947,31 bA	2625,72 b	78,3 bA	84,5 c A	81,40 c	3,5 bA	3,2 bA	3,4 a
IV	103	2330,76 aA	1789,53 cA	2060,15 b	75,5 bB	98,2 bA	86,85 b	2,7 cA	3,0 bA	2,9 c
TEST.	IPR 117	2674,32 aA	2942,38 bA	2808,35 a	69,0 bB	97,0 bA	83,00 c	2,9 cA	2,7 bA	2,8 c
MÉDIA		2890,84 a	2297,75 b	2590,65	81,6 b	96,1 a	88,80	3,1 a	3,1 a	3,1
> QM/< Qm <sup>1</sup>		1,80	-	-	1,06	-	-	1,13	-	-

CV (%) <sup>2</sup>	23,39	24,90	24,46	8,20	7,00	7,65	11,98	11,21	11,60
Prob, F teste <sup>3</sup>							0,0000		
	0,0000 **	0,0112 **	-	0,0000 **	0,0000 **	-	**	0,0634 **	-
Prob, F teste (G) <sup>4</sup>	-	-	0,0000 **	-	-	0,0000 **	-	-	0,0000 **
Prob F teste (A) <sup>5</sup>	-	-	51,0282 <sup>ns</sup>	-	-	0,0345 **	-	-	100,00 <sup>ns</sup>
Prob F, teste (G x A) <sup>6</sup>	-	-	0,0000 **	-	-	0,0128 **	-	-	0,0000 **

206 Médias da combinação genótipo e ambiente seguidas por letras minúsculas iguais na vertical (genótipos) e maiúsculas na horizontal (locais)  
 207 pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, na análise de variância conjunta de experimentos.

208 Médias marginais de genótipos na coluna e médias marginais de locais na linha seguidas por letras minúsculas pertencem ao mesmo grupo para  
 209 seus respectivos efeitos pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, na análise de variância conjunta de experimentos.

210  $>QM/<Qm$ <sup>1</sup> – Relação entre o maior quadrado médio residual e o menor quadrado médio residual na análise conjunta dos experimentos.

211 CV (%)<sup>2</sup> – Valores obtidos a partir da análise de variância conjunta de experimentos. Prob F – calculada a partir da análise individual<sup>3</sup>; Prob F

212 (G)<sup>4</sup>, Prob F (A)<sup>5</sup> e Prob F (G x A)<sup>6</sup> calculadas a partir da análise conjunta.

213 \*\* - significativas a 1% no teste F; ns – não significativas a 5% pelo teste F

Tabela 3: Dados de resistência ao degrane (escala), número de ramificações (unidade/panícula), número de grãos (unidade/panícula) e resistência ao acamamento (escala) de variedades de arroz de sequeiro por local em Anchieta e Florianópolis, e conjunta, safra 2018/2019.

GRUPO	VAR,	RESIST, AO DEGRANE (Escala)			Nº RAMIFICAÇÕES (Unidade/panícula)			Nº GRÃOS (Unidade/panícula)			RESIST. AO ACAMAMENTO (Escala)		
		Anch	Fln	Conj	Anch	Fln	Conj	Anch	Fln	Conj	Anch	Fln	Conj
I	98	1,6 cA	1,5 bA	1,6 c	9,3 aA	9,3 aA	9,3 b	85,8 bA	86,9 bA	86,4 b	9,0 aA	4,5 bB	6,8 a
I	104	1,8 cB	1,4 bA	1,6 c	9,3 aA	9 bA	9,2 b	85,5 bA	84,9 bA	85,2 c	9,0 aA	6,5 aB	7,8 a
II	7	1,2 bA	1,8 cB	1,5 c	9,7 aA	9bB	9,4 a	93,6 aA	80,5 cB	87,1 b	9,0 aA	1,5 bB	5,3 b
II	12	1,9 dB	1,1 aA	1,5 c	9,4 aA	8,5 bB	9,0 b	84,1 bA	76,4 cB	80,3 d	8,5 aA	8,5 aA	8,5 a
II	13	1,4 bA	1,4 bA	1,4 b	9,6 aA	9,5aA	9,6 a	93,2 aA	89,3 aA	91,3 a	9,0 aA	9,0 aA	9,0 a
II	14	1,5 cB	1,1 aA	1,3 b	9,3 aA	9,8aA	9,6 a	91,1 aA	92 aA	91,6 a	6,3 bB	9,0 aA	7,7 a
II	17	1,3 bA	1,2 aA	1,3 b	9,2 bA	9,1aA	9,2 b	87,0 bA	86,8 bA	86,9 b	9,0 aA	8,3 aA	8,7 a
II	20	1,4 bA	1,2 aA	1,3 b	9,0 bA	9 bA	9,0 b	82,9 bA	85,9 bA	84,4 c	9,0 aA	3,0 bB	6,0 b
II	22	1,3 bA	1,1 aA	1,2 a	9,5 aA	8,6 bB	9,1 b	91,1 aA	79,6 cB	85,4 c	9,0 aA	9,0 aA	9,0 a
II	24	1,2 bA	1,4 bA	1,3 b	9,5 aA	9 bA	9,3 b	89,9 aA	85 bA	89,9 a	9,0 aA	7,0 aA	8,0 a
II	34	1,1 aA	1,3 aA	1,2 a	9,5 aA	8,9 bB	9,2 b	89,9 aA	81,5 cB	85,7 c	9,0 aA	3,5 bB	6,3 b
II	35	1,4 bA	1,1 aB	1,3 b	9,0 bA	9,3 aA	9,2 b	86,1 bA	85,2 bA	85,7 c	7,5 bA	9,0 aA	8,3 a
II	42	1,4 bB	1,1 aA	1,3 b	9,2 bA	9,1 aA	9,2 b	85,1 bA	87 bA	86,1 c	9,0 aA	9,0 aA	9,0 a
II	43	1,0 aA	1,2 aA	1,1 a	10,2 aA	9 bB	9,5 a	96,4 aA	81,2 cB	88,8 a	9,0 aA	4,0 bB	6,5 b
II	50	1,3 bA	1,2 aA	1,3 a	9,4 aA	9,5 aA	9,5 a	90,1 aA	89,5 aA	89,8 a	7,7 bA	8,0 aA	7,9 a
II	60	1,1 aA	1,2 aA	1,2 a	8,8 bB	9,5 aA	9,2 b	84,4 bA	89,3 aA	86,9 b	8,5 aA	5,0 bB	6,8 a
II	61	1,1 aA	1,3 aA	1,2 a	8,4 bB	9 bA	8,7 b	84,4 bA	87,1 bA	85,8 c	9,0 aA	7,0 aA	8,0 a
II	67	1,6 cB	1,1 aA	1,4 b	8,8 bB	9,4 aA	9,1 b	80,4 bB	88,3 bA	84,4 c	7,0 bA	7,0 aA	7,0 a
II	68	1,1 aA	1,4 bA	1,3 b	9,1 bA	9,2 aA	9,2 b	89,2 aA	81,5 cB	85,4 c	9,0 aA	3,0 bB	6,0 b
II	72	1,4 bA	1,2 aA	1,3 b	9,6 aA	8,7 bB	9,2 b	89,9 aA	78,7 cB	84,3 c	9,0 aA	4,0 bB	6,5 b
II	83	1,2 bA	1,1 aA	1,2 a	10,1 aA	9,3 a B	9,7 a	97,2 aA	88,5 bB	92,9 a	9,0 aA	5,5 bB	7,3 a

II	84	1,1 aA	1,4 bA	1,3 b	9,2 bA	8,6 bA	8,9 b	87,8 aA	82,1 cB	85,0 c	8,5 aA	5,0 bB	6,8 a
II	90	1,1 aA	1,2 aA	1,2 a	9,4 aA	9,4 aA	9,4 a	90,1 aA	86,8 bA	88,5 b	8,5 aA	4,0 bB	6,3 b
III	31	1,1 aA	1,6 cB	1,4 b	8,8 b	9,6 aA	9,2 b	85,2 bA	90,5 aA	87,9 b	8,0 bA	7,5 aA	7,8 a
III	32	1,1 aA	1,2 aA	1,2 a	8,7 bB	9,6 aA	9,2 b	84,5 bA	91,1 aA	87,8 b	9,0 aA	7,5 aA	8,3 a
III	82	1,2 bA	1,2 aA	1,2 a	8,9 bB	9,9 aA	9,4 a	82,5 bB	94,1 aA	88,3 b	8,0 bA	6,5 aA	7,3 a
IV	10	1,3 bA	1,2 aA	1,3 b	9,2 bA	9 bA	9,1 b	89,2 aA	81,3 cB	85,3 c	7,7 bA	3,0 bB	5,4 b
IV	19	1,1 aA	1,1 aA	1,1 a	9,3 aA	8,9 bA	9,1 b	87,5 aA	81,5 cA	84,5 c	9,0 aA	2,5 bB	5,8 b
IV	29	2,1 eB	1,1 aA	1,6 c	9,7 aA	9,3 aA	9,5 a	89,7 aA	84,6 bA	87,2 b	9,0 aA	8,5 aA	8,8 a
IV	41	1,2 bA	1,1 aA	1,2 a	9,2 bA	8,6 bA	8,9 b	87,1 bA	80,0 cB	83,6 c	9,0 aA	4,5 bB	6,8 a
IV	54	1,3 bA	1,4 bA	1,4 b	9,6 aA	9,8 aA	9,7 a	91,7 aA	92,9 aA	92,3 a	9,0 aA	9,0 aA	9,0 a
IV	59	1,1 aA	1,3 aA	1,2 a	9,3 aA	8,6 bB	9,0 b	87,9 aA	78,8 cB	83,4 c	9,0 aA	6,5 aB	7,8 a
IV	71	1,1 aA	1,6 aB	1,4 b	9,3 aA	8,2 bB	8,8 b	88,2 aA	73,6 cB	80,9 d	9,0 aA	5,0 bB	7,0 a
IV	103	1,5 cB	1,2 aA	1,4 b	9,0 bA	8,8 bA	8,9 b	86,1 bA	84,5 bA	85,3 c	9,0 aA	6,0 aB	7,5 a
TEST.	IPR 117	1,1 aA	1,1 aA	1,1 a	8,8 bA	9 bA	8,9 b	75,9 bA	81,5 cA	78,7 d	9,0 aA	7,0 aA	8,0 a
MÉDIA		1,3 b	1,2 a	1,3	9,3 a	9,1 b	9,2	87,7	84,8 b	86,3 a	8,6 a	6,1 b	7,4
> QM/< Qm <sup>1</sup>		1,18	-	1,07	-	1,58	-	4,13	-	-	-	-	-
CV (%) <sup>2</sup>		13,11	15,04	14,11	4,71	4,81	4,76	4,79	5,84	5,35	5,91	18,85	12,84
Prob, F Teste <sup>3</sup>		0,00**	0,00**	-	0,00**	0,0419**	-	0,00**	0,0015**	-	0,00**	0,0186**	-
Prob, F Teste G <sup>4</sup>		-	-	0,00**	-	-	0,00**	-	-	0,00**	-	-	0,0000**
Prob F, teste A <sup>5</sup>		-	-	63,81 <sup>ns</sup>	-	-	60,03 <sup>ns</sup>	-	-	52,30 <sup>ns</sup>	-	-	50,80 <sup>ns</sup>
Prob F, teste G x A <sup>6</sup>		-	-	0,00**	-	-	0,00**	-	-	0,00**	-	-	0,0000**

Médias da combinação genótipo e ambiente seguidas por letras minúsculas iguais na vertical (genótipos) e maiúsculas na horizontal (locais)

pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, na análise de variância conjunta de experimentos.

Médias marginais de genótipos na coluna e médias marginais de locais na linha seguidas por letras minúsculas pertencem ao mesmo grupo para seus respectivos efeitos pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, na análise de variância conjunta de experimentos.

$>QM/<Qm$ <sup>1</sup> – Relação entre o maior quadrado médio residual e o menor quadrado médio residual na análise conjunta dos experimentos.

CV (%)<sup>2</sup> – Valores obtidos a partir da análise de variância conjunta de experimentos. Prob F – calculada a partir da análise individual<sup>3</sup>; Prob F (G)<sup>4</sup>, Prob F (A)<sup>5</sup> e Prob F (G x A)<sup>6</sup> calculadas a partir da análise conjunta.

\*\* - significativas a 1% no teste F; ns – não significativas a 5% pelo teste F

Para a resistência ao degrane (em escala), não ocorreram diferenças significativas entre os locais para a maioria das variedades (24 variedades) (tabela 3). A resistência ao degrane tem relevância na produção de arroz de sequeiro de variedades locais, considerando os métodos de colheita utilizados pelos agricultores familiares, no extremo oeste, que envolvem colheita parcial dos grãos maduros ou corte da planta inteira e secagem ao sol, antes do armazenamento. Variedades com menor resistência ao degrane tenderão a resultar em maior volume de perdas aos agricultores.

Foi identificada dependência através do teste do qui-quadrado ( $p \leq 0,05$ ) entre as variáveis produtividade, comprimento do colmo e número de grãos com o tempo de cultivo pelos agricultores obtido pelo trabalho de Pinto (2017) e apresentado na tabela 1, indicando uma tendência de variedades conservadas há menos tempo serem mais produtivas e apresentarem porte mais baixo. Divergindo da tendência geral, as variedades 10, 19, 31, 32, com cor do grão integral vermelho ou avermelhado, que se situam entre as conservadas há mais tempo na região e apresentam características que indicam ausência de melhoramento genético formal (presença de aristas e folhas pilosas) (Pinto, 2017), se posicionaram no patamar superior de produtividade, em Anchieta, pelo teste de comparação de médias (entre 2.537,04 a 3.350,24 kg ha<sup>-1</sup>). Destas variedades com coloração avermelhada, somente a variedade 59 apresentou valores de produtividade no patamar inferior do teste de comparação de médias, no local de origem. Em relação à análise conjunta, a variedade 19 destacou-se quanto à produtividade e, ao mesmo tempo, se posicionou em conjunto com a variedade 54, entre as dez mais estáveis no ranking médio de estabilidade (tabela 4).

Para a associação entre o número de grãos e o tempo de conservação, a tendência foi das variedades conservadas há mais tempo apresentarem maior número de grãos. Ainda através da utilização do teste do qui-quadrado, não foi identificada associação entre produtividade e formato do grão.

Apesar de não terem sido encontradas correlações significativas diretas entre produtividade e as demais variáveis, possivelmente como efeito das diferenças entre as variedades, foram registradas correlações positivas e significativas de magnitude moderada, de 0,40 a 0,50, entre comprimento de colmo x número de ramificações por panícula e comprimento do colmo e número de grãos por panícula, componentes de rendimento que contribuíram para a obtenção de maior produtividade, em Florianópolis, pela análise

conjunta dos experimentos. A regressão entre número de grãos por panícula e número de ramificações obteve um elevado coeficiente de determinação, da ordem de 95,31%, altamente significativo.

Maiores valores de produtividade, em Florianópolis, podem indiretamente ter ocorrido pelo maior porte alcançado pelas plantas neste local, comprovado pelos dados de comprimento de colmo. Um total de 25 variedades apresentou comprimento do colmo significativamente superior, em Florianópolis, com a magnitude das diferenças de comprimento, atingindo 29,6 cm, para a variedade 104 (tabela 2). O coeficiente de determinação para a regressão calculada entre o comprimento do colmo e a resistência ao acamamento foi de 72,40%, indicando uma relação causa efeito moderadamente alta entre estas variáveis. Resultados semelhantes foram encontrados por Pinto et al. (2019), a partir da caracterização morfológica destas variedades. Esse maior comprimento dos colmos das plantas, em Florianópolis, resultou em uma menor resistência ao acamamento, em 18 variedades e, conseqüentemente, com prejuízos aparentes na qualidade dos grãos e maior susceptibilidade ao ataque de pássaros, pela maior facilidade de pouso das aves nas parcelas acamadas. Mais da metade dos tratamentos apresentaram valores diferentes estatisticamente na análise conjunta para resistência ao acamamento entre os dois locais, sempre com maiores valores de resistência para Anchieta.

Para a variável comprimento do colmo da análise conjunta, as diferenças foram significativas ( $p \leq 0,05$ ) para genótipos, ambientes e interação. Todas as demais características apresentaram diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) para genótipos e interação e não significativas para ambientes. Da mesma forma, Cargnin et al. (2008), trabalhando com os vinte e cinco genótipos de arroz sequeiro mais utilizados no país entre as décadas de 1950 e 2000, em quatro ambientes, obtiveram diferenças significativas ( $p \leq 0,01$ ) para genótipos, ambientes e interação genótipos x ambientes, para as variáveis comprimento do colmo, embora para produtividade, estes autores também tenham encontrado significância para os ambientes, de maneira diversa ao presente trabalho.

Na análise de estabilidade, cujo ranking médio das dez variedades mais estáveis é apresentado na tabela 4, destacaram-se a variedade 13 (mais estável em resistência ao degrane, número de perfilhos e resistência ao acamamento e terceira mais estável em

produtividade) e a variedade 19 (segunda mais estável para número de perfilhos, quarta para resistência ao degrane e quinta para comprimento do colmo).

Nenhuma das variedades do grupo III (31, 32 e 82) se posicionou entre as dez variedades mais estáveis para as características analisadas.

Tabela 4: Ranking médio das dez variedades mais estáveis de arroz de arroz de sequeiro em Anchieta e Florianópolis, por grupo morfológico, variável e ranking médio, safra 2018/2019.

GRUPO	VARIETADES	PRO	CCO	PER	RED	RAM	GRA	REA	RANKING MÉDIO
II	13	3	15	1	1	4	12	1	1
IV	54	14	14	20	3	11	7	1	2
II	42	17	9	5	28	6	9	1	3
II	50	25	32	10	7	8	3	7	4
II	90	5	22	21	7	1	11	26	5
I	98	28	12	7	18	3	6	25	6
IV	19	27	5	2	4	15	20	33	7
II	22	22	2	3	17	30	31	1	8
II	35	19	20	16	25	13	4	12	9
II	14	16	17	6	31	16	5	19	10

PRO – Produtividade; CCO – Comprimento do colmo; PER – número de perfilhos; RED – Resistência ao degrane, RAM - número de ramificações; GRA – número de grãos; REA – resistência ao acamamento

Como esperado, as variedades mais estáveis não foram as mais produtivas em cada local e em conjunto nos dois ambientes. Para Cargnin et al. (2008), a variação de comportamento de variedades de arroz tende a ser mais acentuada em condições de sequeiro, em que o cultivo é totalmente dependente das condições de ambiente, principalmente do regime hídrico de cada local. A observação da estabilidade de variedades locais de arroz de sequeiro permite inferir sobre o comportamento médio esperado das mesmas fora do ambiente de origem. Cinco variedades (13,54, 42, 50 e 90) apresentaram estabilidade média superior à testemunha, que é uma variedade comercial desenvolvida para o centro e oeste do Paraná.

Maghelly et al. (2020) avaliaram os principais parâmetros de rendimento industrial destas variedades locais do oeste catarinense. A renda de benefício, grãos inteiros e quebrados variaram de 57,93 a 69,90%, 38,73 a 66,0% e de 3,40 a 22,15%, respectivamente.

Quinze variedades locais (7, 12, 13, 14, 17, 22, 29, 34, 35, 54, 60, 72, 83, 84 e 98) atingiram valores semelhantes aos obtidos pelas variedades modernas melhoradas de arroz de sequeiro. Destas variedades locais que se destacaram nas análises de rendimento industrial, apenas as variedades 29 e 54, pertencentes ao grupo IV (com potencial de enquadramento como grãos especiais), se posicionaram entre aquelas de melhor desempenho industrial. Barrigas brancas e gessados variaram de 0,10 a 8,68% e 0,02 a 3,12%. Por outro lado, variedades enquadradas como grãos especiais tendem a apresentar maior remuneração ao agricultor e podem ser economicamente interessantes, mesmo com patamares intermediários de desempenho agrônômico e industrial.

As variedades locais do oeste de Santa Catarina apresentam potencial para ampla utilização em programas de pesquisa e melhoramento genético, principalmente relacionado ao mercado de grãos especiais para uso gourmet, como as variedades dos grupos III (31,32 e 82) e IV (10, 19, 29, 41, 54, 59, 71 e 103), com grãos médios a médio-alongados e cor do grão integral vermelha (10, 19, 31, 32 e 59) e parda (29, 41, 54, 71, 82 e 103).

Para tanto, faz-se necessário a realização de estudos científicos adicionais para a avaliação da composição bioquímica dos grãos, qualidade nutricional e avaliações sensoriais, correlacionando-os com os valores de uso apontados pelos agricultores em Pinto et al (2019), principalmente no que se refere às questões de qualidade nutricional e culinária, no preparo de pratos tradicionais da região e característicos de sua colonização.

Além disso, estas variedades locais configuram-se como uma alternativa importante para a produção de base agroecológica e o mercado de produtos orgânicos, com base na sua rusticidade e capacidade de produção, em sistemas com menor aporte de insumos externos e químicos e maior tolerância a solos ácidos e degradados (Pinto et al, 2018). Outrossim, estas variedades locais podem ocupar um espaço no mercado como produção colonial ou tradicional das comunidades rurais de Santa Catarina, dentro de programas de turismo rural e valorização da agricultura familiar.

## 5.5 CONCLUSÕES

As variedades apresentam diferenças de comportamento agrônomo e estabilidade para as variáveis avaliadas.

Valores obtidos de produtividade acima de 2.500 kg ha<sup>-1</sup> para as dez variedades mais produtivas, em Anchieta, e acima de 3.300 kg ha<sup>-1</sup>, em Florianópolis, em patamares semelhantes ou superiores aos obtidos pela testemunha comercial, são promissores para a manutenção da produção para o autoconsumo das famílias e a expansão da produção para um mercado local ou regional.

Maior valorização do produto pode ser buscada a partir do enquadramento das variedades como grãos especiais e comercialização em nichos de mercado agroecológicos e orgânicos, além de programas de incentivo e valorização dos produtos da agricultura familiar.

## 5.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABADIE, T.; CORDEIRO, C.M.T.; FONSECA, J.R.; ALVES, R. de B. das N.; BURLE, M.L.; BRONDANI, C.; RANGEL, P.H.N.; CASTRO, E. da M.; SILVA, H.T. da; FREIRE, M.S.; ZIMMERMANN, F.J.P.; MAGALHÃES, J.R. Construção de uma coleção nuclear de arroz para o Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.129-136, 2005. DOI: 10.1590/S0100-204X2005000200005.

ALVAREZ, R.C.F.; CRUSCIOL, C.A.C.; NASCENTE, A.S. Análise de crescimento e produtividade de cultivares de arroz de terras altas dos tipos tradicional, intermediário e moderno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, vol.42, n.4, 2012. DOI: 10.1590/S1983-40632012000400008

ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F.; NASCENTE, A.S.; LACERDA, M.C. Espaçamento e adubação nitrogenada afetando o desenvolvimento do arroz de terras altas sob plantio direto. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, n.5, p. 475-482, 2015. DOI: 10.1590/0034-737X201562050008

BIOVERSITY INTERNATIONAL, IRRI E AFRICARICE. **Descritores para arroz silvestre e cultivado (*Oryza spp.*)**. Roma, 2011. 74 p.

BORTOLI, J.R.G. **Caracterização agronômica de variedades locais de arroz sequeiro para produção de sementes no sistema orgânico**. 2015. 160 p. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Santa Catarina, Lages.

BRONDANI, C.; BORBA, T.C.O.; RANGEL, P.H.N.; BRONDANI, R.P.V. Determination of genetic variability of traditional varieties of Brazilian rice using microsatellite markers. **Genetics and Molecular Biology**, v.29, p.676-684, 2006. DOI: 10.1590/S1415-47572006000400017

BUENO, L.G.; VIANELLO, R.P.; RANGEL, P.H.N.; UTUMI, M.M.; CORDEIRO, A.C.C.; PEREIRA, J.A.; FRANCO, D.F.; MOURA NETO, F.; MENDONÇA, J.A.; COELHO, A.S.G.; OLIVEIRA, J.P.; E BRONDANI, C. Adaptabilidade e estabilidade de acessos de uma coleção nuclear de arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.2, p.216-226, 2012.

BURLE, M.L.; FONSECA, J.R.; ALVES, R.B.N.; CORDEIRO, C.M.T.; FREIRE, M.S.; MELO, L.A.M.P.; RANGEL, P.H.N.; SILVA, H.T. **Caracterização de germoplasma de arroz de acordo com o ambiente de origem: mapeamento em SIG**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001. 51p. (Documentos, 63).

CARGNIN, A.; SOUZA, M.A.; PIMENTEL, A.J.B.; FOGAÇA, C.M. Interação genótipos e ambientes e implicações na adaptabilidade e estabilidade de arroz sequeiro. **Revista Brasileira Agrociência**. Pelotas, v.14, n.3-4, p.49-57, 2008.

CARGNIN, A.; SOUZA, M.A.; FOGAÇA, C.M. Correlações entre caracteres agronômicos em cultivares de arroz. Embrapa Cerrados: **Boletim de pesquisa e desenvolvimento** 264. 2010.

CRUZ, C.D. & REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. UFV, 390 p. 2001.

CRUZ, C.D. GENES - A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Rice around the world**. Disponível em: <http://www.fao.org/rice2004/en/world.htm>.

EMBRAPA **Dados conjunturais da produção de arroz (Oryza sativa L.) no Brasil (1986 a 2018): área, produção e rendimento**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2019. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>>. Acesso em 10 ago de 2020.

EPAGRI. **Avaliação de cultivares para o estado de Santa Catarina, safra 2017-2018**. 2017. Available at: < [http://docweb.epagri.sc.gov.br/website\\_epagri/BT/BT-176\\_Avaliacao-de-cultivares-2017-18.pdf](http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_epagri/BT/BT-176_Avaliacao-de-cultivares-2017-18.pdf)>. Accessed on: 14 June 2019.

GONÇALVES, G.M.B.; SOUZA, R.; CARDOZO, A.M.; LOHN, A.F.; CANCI, A.; GUADAGNIN, C.A.; OGLIARI, J.B. Caracterização e avaliação de variedades de arroz de sequeiro conservados por agricultores do Oeste de Santa Catarina. **Revista Agropecuária Catarinense**. Florianópolis, v.26, n.1, p.63-69, 2013.

IAPAR. 2003. **Folder técnico sobre a variedade IPR117**. Available at: < <http://www.iapar.br/arquivos/File/folhetos/arroz/arroz117.html>>. Accessed on 5 April 2018.

IBGE. 2010 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - **Censo 2010**. Available at: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Accessed on 5 April 2018.

MAGHELLY, O. R.; BERNARDI OGLIARI, J.; DE SOUZA, R.; REICHERT JÚNIOR, F. W.; PINTO, T. T. Componentes de rendimento industrial de variedades locais de arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, p. e65085, 2020.

MARCHEZAN, E.; MARTIN, T.N.; SANTOS, F.M.; CAMARGO, E.R. Análise de coeficiente de trilha para os componentes de produção em arroz. **Ciência Rural** vol.35 no.5 Santa Maria Sept./Oct. 2005. DOI: 10.1590/S0103-84782005000500007.

OGLIARI, J.B. & ALVES, A.C. Manejo e uso de variedades de milho como estratégia de conservação em Anchieta. In: Boef, W. S.; Thijssen, M. H.; Ogliari, J. B.; Sthapit, B. (Eds.) **Biodiversidade e Agricultores: Fortalecendo o manejo comunitário**. L&PM, p.226-234, 2007.

OGLIARI J.B.; KIST, V.; CANCI, A. The participatory genetic enhancement of a local maize variety in Brazil. In: de BOEF W.S.; SUBEDI, A.; PERONI, N.; THIJSSSEN, M.; O'KEEFFE, E. (ed). **Community biodiversity management, promoting resilience and the conservation of plant genetic resources**. Routledge, Oxon, ed. 1. p. 265-271, 2013.

PATINDOL, J.; FLOWERS, A.; KUO, M.; WANG, J.; GEALY, D. Comparison of Physicochemical Properties and Starch Structure of Red Rice and Cultivated Rice. **Journal of agricultural and food chemistry**. 54. 2712-8. 2006 DOI: 10.1021/jf0523418.

PEREIRA, J. A.; BASSINELLO, P. Z.; FONSECA, J. R.; RIBEIRO, V. Q. Potencial genético de rendimento e propriedades culinárias do arroz vermelho cultivado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, p. 43-48, 2007.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990.

PINTO, T.T. **A cultura do arroz de sequeiro no Extremo Oeste de Santa Catarina: diversidade, conhecimentos associados e riscos de erosão genética de variedades locais conservadas pela agricultura familiar**. 2017. 172 p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

PINTO, T. T. ; OGLIARI, J. B. ; SOUZA, R. ; GONCALVES, G. M. B. . O arroz de sequeiro e a segurança alimentar de famílias rurais do Extremo Oeste de Santa Catarina. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 31, p. 44-49, 2018.

PINTO, T.T.; OGLIARI, J.B.; MAGHELLY, O.R. Phenotypic characterization of dryland rice (*Oryza sativa* L.) germplasm conserved in situ (on farm) in a crop-diversity microcenter in southern Brazil. **Genetic resources and crop evolution** 66 (2), 2019. DOI: 10.1007/s10722-018-0720-8

RATHNA PRIYA, T., ELIAZER NELSON, A.R.L., RAVICHANDRAN, K. Nutritional and functional properties of coloured rice varieties of South India: a review. *J. Ethn. Food* 6, 11, 2019.

SEARLE, S. R.; CASELLA, G.; McCULLOCH, C. E. **Variance components**. New York:Jonh Wiley & Sons, 1992.

SOARES, P.C.; SOARES, A.A.; MORAIS, O.P. de; CASTRO, E. da M.; RANGEL, P.H.N.; CORNÉLIO, V.M. de O.; SOUZA, M.A. de. Cultivares de arroz de terras altas e de várzeas recomendadas para Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v.25, p.25-34, 2004.

VENI, B. K. Nutrition profiles of different colored rice: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*; v.2, p. 303-305, 2019.

YATES, F.; COCHRAN, W.G. The analysis of group of experiments. **Journal of Agriculture Science**, Cambridge, v.28, p.556-580, 1938

## **6 CAPÍTULO II - COMPONENTES DE RENDIMENTO INDUSTRIAL DE VARIEDADES LOCAIS DE ARROZ DE SEQUEIRO DO OESTE CATARINENSE**

Este capítulo deu origem ao artigo científico: “MAGHELLY, O. R.; BERNARDI OGLIARI, J.; DE SOUZA, R.; REICHERT JÚNIOR, F. W.; PINTO, T. T. Componentes de rendimento industrial de variedades locais de arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50,

p. e65085, 2020. ”, publicado no mês de outubro de 2020. DOI: 10.1590/1983-40632020v5065085. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/65085>

## 6.1 RESUMO

Variedades locais de arroz de sequeiro vêm sendo conservadas por agricultores familiares do oeste catarinense. Não existem dados na literatura sobre a qualidade e o rendimento industrial destas variedades, bem como dos efeitos dos genótipos (G), dos ambientes (A) e da interação G x A. Neste trabalho, foram avaliadas 34 variedades locais, na safra 2018/2019, em Florianópolis e Anchieta, Santa Catarina. As variáveis analisadas foram renda de benefício, grãos inteiros, quebrados, barrigas brancas e gessados, em experimentos delineados em blocos completos casualizados, com quatro repetições, em cada local. A renda, grãos inteiros e quebrados, variaram de 57,93 a 69,90%, 38,73 a 66,0% e de 3,40 a 22,15%, respectivamente, tendo 15 variedades locais atingido valores semelhantes aos obtidos pelas variedades modernas de arroz de sequeiro. Os maiores valores de renda de grãos e inteiros foram obtidos em Anchieta, no local de procedência das variedades. Barrigas brancas e gessados variaram de 0,10 a 8,68% e 0,02 a 3,12%, nessa ordem. As diferenças foram significativas ( $p \leq 0,05$ ) para os efeitos do genótipo, ambiente e da interação G x A para renda de benefício. Para as variáveis inteiros e quebrados, as diferenças foram significativas ( $p \leq 0,05$ ) para genótipo e ambiente, mas não para interação G x A. Para barriga branca e gessados, as diferenças resultaram significativas ( $p \leq 0,05$ ) para genótipo e interação e não significativas para ambientes. Foram observadas diferenças quanto à estabilidade das variedades, em relação a todas as variáveis de rendimento industrial estudadas e estabelecido um ranking de estabilidade.

Palavras Chave: arroz de sequeiro, rendimento industrial, variedades locais.

## 6.2 INTRODUÇÃO

Agricultores familiares do oeste catarinense cultivam tradicionalmente variedades locais de arroz de sequeiro para autoconsumo e, eventualmente, para comercialização no mercado local.

Nas últimas três décadas, houve uma redução de 99% na área plantada de arroz de sequeiro em Santa Catarina e, no período, o rendimento médio não sofreu alterações significativas, situando-se entre 1.500 a 2.000 kg ha<sup>-1</sup> (Embrapa, 2019). Entre os principais motivos para a expressiva redução de área cultivada estão a menor qualidade industrial e a significativa variação qualitativa dos grãos (Santos et al., 2006), em relação ao arroz irrigado.

A qualidade industrial é fator determinante para a caracterização do potencial de uma variedade de arroz. O rendimento de benefício ou renda, que considera a soma de grãos inteiros e quebrados, após o descasque e polimento, descontados a casca e o farelo, é um dos principais aspectos da qualidade industrial de uma variedade. Outro aspecto fundamental na qualidade industrial é o rendimento de grãos inteiros e quebrados. A porcentagem de grãos inteiros e quebrados afeta a classificação, o valor de mercado do produto e subprodutos do beneficiamento. (Castro et al., 1999; Brasil, 2012).

Quebrados são definidos pela IN 6/2009 (Brasil, 2009) como o pedaço de grão de arroz descascado e polido que apresenta comprimento inferior às  $\frac{3}{4}$  (três quartas) partes do comprimento mínimo da classe que predomina. Em relação à classificação com base nas dimensões dos grãos inteiros após o descasque e polimento, a IN 02/2012 (Brasil, 2012) enquadra os grãos em longo fino, longo, médio, curto e misturado.

O rendimento de grãos inteiros pode ser afetado por diversos estresses bióticos e abióticos, como amplitudes de variação hídrica, ataque de pragas e doenças, entre outros fatores (Castro et al., 1999). As variedades de arroz apresentam diferentes potenciais genéticos de produção de grãos inteiros, relacionados à susceptibilidade do material a sofrer trincas ou fissuras, quando submetidos a variações climáticas durante o processo de maturação dos grãos. A umidade relativa do ar e a temperatura são os principais elementos do clima que influenciam na formação de fissuras nos grãos de arroz (Santos, 2012). A umidade dos grãos no ponto de colheita e a qualidade da secagem dos grãos também afetam o rendimento máximo de inteiros. Teores de água nos grãos entre 18,5 e 20,6% foram relatados como aqueles que proporcionaram os maiores valores de grãos inteiros (Smiderle & Dias, 2008).

Outro aspecto de qualidade industrial é a ocorrência de grãos gessados. A IN 06/2009 define o grão gessado como “o grão descascado e polido, inteiro ou quebrado, que apresentar coloração totalmente opaca e semelhante ao gesso” (Brasil, 2009). A ocorrência de grãos

gessados, além da qualidade genética do cultivar, é influenciada pelos tratos culturais, condições de ambiente e umidade de colheita.

A ocorrência de barriga branca ou centro branco tem importância comercial (Santos 2012), apesar de não serem considerados defeitos pela IN 02/2012 e não interferirem na qualidade química e nutricional dos grãos. O centro branco se caracteriza pelo gessamento no centro do endosperma. Já o grão barriga branca apresenta gessamento na parte periférica do endosperma (Ishyamaru et al., 2009). Ambas as ocorrências se caracterizam por pequenas áreas opacas localizadas na região do endosperma, em grãos, na sua maior parte, translúcidos.

Os componentes de rendimento e qualidade industrial de grãos em arroz são caracteres quantitativos, regidos de forma complexa o que torna importante o conhecimento dos efeitos do genótipo, ambiente e interação genótipo x ambiente na expressão dessas características para fins de avaliação dos genótipos e melhoramento genético (Facchinelo, 2017).

Kibanda & Kihupi (2007) registraram a escassez de dados publicados sobre interações genótipo x ambiente, em características de rendimento e qualidade industrial de arroz, especialmente de sequeiro. Da mesma forma, inexistem dados publicados sobre a estabilidade das variedades locais alvo do presente estudo, entendendo este comportamento, segundo Mariotti et al. (1976), como a capacidade de um genótipo expressar um desempenho com alta previsibilidade, em condições distintas de ambiente.

Com base nisso, o presente trabalho objetivou analisar as principais variáveis de rendimento industrial das variedades locais de arroz de sequeiro do oeste catarinense, bem como suas interações genótipo x ambiente e estabilidade, nos dois locais experimentais.

### 6.3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados em propriedade rural, no município de Anchieta, e na Fazenda Experimental da UFSC, em Florianópolis, com altitudes de 717 m e 5 m, respectivamente. O município de Anchieta está localizado na região Sul do Brasil, na microrregião do extremo oeste (IBGE 2010), nas coordenadas 26° 30' 53.93" S; 53° 18' 44.97". Essa região possui clima mesotérmico úmido (Cfa de Köppen), temperatura média anual de 17,8 °C, precipitação pluviométrica anual em torno de 1.700 a 2.000 mm (IBGE 2010). A Fazenda Experimental da Ressacada encontra-se localizada em Florianópolis nas coordenadas

geográficas 27° 41' 06.28" S; 48°32' 38.81" O. Segundo a classificação climática de Köppen, a Fazenda situa-se numa sub-região de clima subtropical constantemente úmido, sem estação seca, com verão quente e temperatura média anual de 20.1°. A precipitação normalmente varia de 1270 a 1600 mm anuais (IBGE, 2010).

As populações locais de arroz de sequeiro do presente estudo foram coletadas entre 2012 a 2014 pelo Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade da Universidade Federal de Santa Catarina (NEABio/UFSC), junto a agricultores de Anchieta e Guaraciaba do extremo oeste de Santa Catarina. A escolha das variedades para inclusão nos experimentos foi baseada na dissimilaridade morfológica e fenológica das populações avaliadas no estudo de Pinto et al. (2019). Foram selecionadas 34 variedades que representam com precisão superior a 95% a diversidade genética existente nos dois municípios para as características de número de perfilhos, espessura do colmo e comprimento das panículas. As variedades do presente estudo foram previamente classificadas por Pinto et al. (2019) em quatro classes distintas quanto à dimensão dos grãos, conforme IN 02/2012 (Brasil 2012) (tabela 1).

Tabela 1: Classificação das variedades locais com base na dimensão dos grãos, conforme IN 06/2009.

<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>VARIEDADES <sup>1</sup></b>
<b>DO GRÃO</b>	
Longo-fino	12, 13, 17, 29, 35, 50, 61, 67, 68, 83, 84, 98, 104
Longo	7, 10, 14, 22, 24, 31, 32, 34, 41, 42, 43, 71, 72, 82, 90, 103
Médio	19, 54, 59, 60
Misturado	20

<sup>1</sup> - identificadas pelo número de coleta do acesso

Fonte: Adaptado de Pinto et al. (2019).

A testemunha utilizada foi o IPR117 (IAPAR/PR), única variedade de arroz de sequeiro com produção comercial de sementes e com recomendação de cultivo para o sul do Brasil (classe longo-fino).

A condução do experimento nos dois locais seguiu a tecnologia mais frequentemente utilizada pelos agricultores da região, com preparo tratorizado da área, adubação orgânica total

no plantio com esterco de aves, efetuada a partir da análise de solo de cada local, e capinas manuais e molas para o controle das plantas invasoras. Não foi efetuado qualquer controle de pragas ou doenças.

O delineamento experimental foi de blocos completos casualizados com quatro repetições em cada local. A unidade experimental foi constituída por quatro fileiras de 3,0 metros lineares de comprimento, espaçadas 0,34 metros entre si, contendo 55 plantas por metro linear. Foi considerada como parcela útil os dois metros centrais das duas fileiras do meio, perfazendo uma área útil de 1,36 m<sup>2</sup> com aproximadamente 220 plantas (densidade aproximada de 1,6 milhão plantas ha<sup>-1</sup>).

Os grãos foram colhidos manualmente a partir da área útil das parcelas, com debulha manual da panícula. Após pesagem, foi medida a umidade em aparelho eletrônico instantâneo de medição, marca Dicke\_Jonh, modelo Multigrain. Todas as parcelas colhidas, nos dois locais, apresentaram umidades de campo entre 18 e 22%. Após a colheita, os grãos foram secos em estufa a temperaturas entre 42 e 45 °C, até atingirem umidades entre 11,8 e 13,6%.

Foi selecionada então uma amostra de 100 g de grãos secos de cada unidade experimental, a qual foi processada em moinho de provas da marca Suzuki, modelo MT-190. O equipamento havia sido aferido para grãos de arroz longos finos, em março de 2019.

Registrou-se a renda de benefício, a porcentagem de grãos inteiros e a porcentagem de grãos quebrados. Após passagem de cada amostra, foi realizada uma avaliação visual dos grãos quebrados no cocho do equipamento, conforme procedimento descrito na IN 6/2009 (Brasil, 2009). Para as variedades com grãos médios (variedades 19, 54, 59 e 60), foi necessária a separação manual dos grãos quebrados no cocho e nova pesagem para a definição do total de inteiros.

Para a análise de porcentagem de barriga branca e gessados, foram efetuadas três amostras de 100 grãos dos grãos inteiros de cada parcela e contagem manual dos grãos afetados. Os grãos com barriga branca e gessados foram pesados em balança eletrônica com precisão de 0,1 g e calculada a porcentagem de cada tipo, em relação ao total de grãos inteiros.

A análise conjunta foi realizada segundo o modelo estatístico matemático misto descrito por Searle (1992) e dado por  $Y_{ijk} = m + G_i + B/A_{jk} + A_j + GA_{ij} + E_{ijk}$ , com efeitos fixos para ambientes e aleatórios para genótipos, onde  $Y_{ijk}$ : valor fenotípico do  $i$ -ésimo genótipo no  $j$ -ésimo ambiente e no  $k$ -ésimo bloco;  $m$ : é a média geral paramétrica;  $G_i$ : é o efeito do genótipo

$i$ ;  $B/A_{jk}$ : corresponde ao bloco dentro de ambiente no  $j$ -ésimo ambiente e no  $k$ -ésimo bloco;  $A_j$ : é o efeito do ambiente  $j$ ;  $GA_{ij}$ : é o efeito da interação do  $i$ -ésimo genótipo com o  $j$ -ésimo ambiente; e  $E_{ijk}$ : é o efeito do erro experimental associado à observação  $Y_{ijk}$ .

Para a realização da análise conjunta dos locais foi avaliada previamente a homogeneidade dos quadrados médios residuais relativos aos experimentos nos diferentes locais, observando-se se a relação entre o maior e o menor quadrado médio residual era menor do que sete, conforme proposto por Pimentel-Gomes (1990). Através da análise conjunta, foram realizadas as análises de variância, comparação de médias entre locais, estabilidade e interação  $G \times A$ . As análises de estabilidade foram realizadas pelo método tradicional descrito em Cruz & Regazzi (2001), com posterior ordenamento das variedades, em função da posição média em relação às cinco variáveis coletadas.

As variáveis que apresentaram diferenças significativas entre tratamentos na análise de variância, ao nível de significância de 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste F, foram submetidas ao teste de Scott-Knott ao mesmo nível de significância. Todas as análises estatísticas foram feitas com o aplicativo computacional GENES (Cruz 2013).

#### 6.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A renda de benefício (REN) apresentou média de 67,97%, em Anchieta (ANC), e variou entre 64,27 a 69,90%. Em Florianópolis (FLN), a média foi de 63,81% e a amplitude foi de 57,93 a 67,76% (tabela 2), com uma tendência de maiores valores de REN, em Anchieta. Das 34 variedades estudadas, 22 variedades e a testemunha (66% dos tratamentos) apresentaram REN significativamente maior neste local (tabela 2). Ressalte-se que, para esta característica, em Anchieta, 22 variedades obtiveram valores superiores ao padrão de mercado (Cepea, 2015) e àqueles exigidos pelas indústrias beneficiadoras (68%). Em Florianópolis, nenhuma variedade atingiu este patamar. Valores semelhantes de REN foram obtidas por Mingotte et al. (2012), para as variedades de arroz de sequeiro comerciais modernas. Artigiani et al. (2012), trabalhando com uma variedade de sequeiro moderna (BRS Primavera), obtiveram valores superiores de renda de benefício, da ordem de 74%. Isso aponta o potencial destas variedades locais que, sem processo formal de melhoramento genético, apresentaram valores equivalentes de REN àqueles de variedades modernas e comerciais. As indústrias

beneficiadoras exigem, atualmente, no sul do Brasil, valores de rendimento de benefício de 68 a 72%. Valores inferiores a 68% de rendimento de benefício ensejam descontos no valor pago aos produtores (Cepea, 2015).

A porcentagem de grãos inteiros (INT) apresentou média de 66,54% e variação de 33,05 a 66,00%, em Anchieta, e média de 53,76% e variação entre 38,73 a 60,23%, em Florianópolis, com uma tendência de maiores rendimentos de inteiros em Anchieta. Entre as 34 variedades, 29 variedades e a testemunha (86% dos tratamentos) apresentaram maior INT neste local (tabela 2). 46% das variedades atingiram o padrão de mercado de 58% para grãos inteiros (Cepea, 2015), em Anchieta, e apenas 9%, em Florianópolis. Das variedades melhoradas de arroz de terras altas, recomendadas pela Embrapa para o centro-oeste e norte do Brasil, no catálogo de variedades para a safra 2017/2018, 80% apresentavam potencial de rendimento de inteiros de igual ou inferior a 62% (Embrapa, 2018). No local de origem, nove variedades obtiveram rendimentos superiores a 62%, valores semelhantes aqueles obtidos por Artigiani et al. (2012), com variedade moderna de sequeiro. Por outro lado, 24 variedades obtiveram rendimento de inteiros superior a 52%, menor valor potencial de rendimento para variedades de sequeiro recomendadas oficialmente (BRS Pepita).

Para Pereira & Rangel (2001), um percentual de grãos inteiros inferior a 50% inviabiliza a seleção genética de cultivares para o melhoramento genético. No presente estudo, sete variedades obtiveram rendimento de inteiros inferior a esse patamar na região de origem (19, 31, 34, 59, 61, 82, 103).

Para Farias Filho & Ferraz Júnior (2009), o rendimento de inteiros é uma característica afetada também pelo tamanho e forma dos grãos, uma vez que tanto na pesquisa, quanto nas cooperativas, a regulagem e aferição dos moinhos de prova tende a ser única. No trabalho citado anteriormente, o genótipo com maior comprimento e menor largura apresentou o menor rendimento.

Neste trabalho, as variedades classificadas como médias (tabela 1), de menor comprimento e maior largura, apresentaram menores rendimentos de inteiros. Mesmo com a separação manual dos inteiros no cocho para esta classe de grãos, o moinho utilizado estava regulado e aferido para grãos longos, o que pode ter provocado uma maior quebra para estes grãos de menor comprimento e maior largura.

Tabela 2: Renda de benefício, grãos inteiros e grãos quebrados, de arroz de sequeiro por local e conjunta, em Anchieta e Florianópolis, safra 2018/2019.

VARIEDADE	RENDA			INTEIROS			QUEBRADOS		
	Anc	Fln	Conj	Anc	Fln	Conj	Anc	Fln	Conj,
7	69,40 aA	66,66 aA	68,03 a	66,00 aA	53,86 bB	59,93 a	3,40 aB	12,80 cA	8,10 a
10	67,90 aA	63,73 bB	65,82 a	54,13 bA	49,66 bA	51,90 b	13,76 cA	14,06 dA	13,92 c
12	69,15 aA	65,93 aB	67,54 a	64,70 aA	52,26 bB	58,48 a	4,45 aB	13,66 cA	9,06 a
13	69,46 aA	64,50 bB	66,98 a	63,40 bA	55,90 aA	59,65 a	6,06 aA	8,60 bA	7,33 a
14	67,53 aA	66,80 aA	67,17 a	50,26 cB	59,30 aA	54,78 b	17,26 dA	7,50 bB	12,38 b
17	68,50 aA	64,80 bB	66,65 a	53,70 bA	54,60 bA	54,15 b	14,80 dA	10,20 bA	12,50 b
19	65,93 bA	60,10 cB	63,02 c	34,86 cB	49,80 bA	42,33 d	31,06 dA	10,30 bB	20,68 d
20	66,35 bA	61,66 cB	64,01 b	56,10 bA	43,33 cB	49,72 c	10,25 bB	18,33 dA	14,29 c
22	69,80 aA	63,66 bB	66,73 a	56,40 bA	52,80 bA	54,60 b	13,40 cA	10,86 bA	12,13 b
24	68,53 aA	61,12 cB	64,83 b	62,53 aA	45,87 cB	54,20 b	6,00 aB	15,25 dA	10,63 b
29	68,80 aA	65,75 aB	67,28 a	61,26 aA	50,20 bB	55,73 b	7,53 aB	15,55 dA	11,54 b
31	66,87 bA	64,05 bA	65,46 b	44,72 cB	53,80 bA	49,26 c	22,15 dA	10,25 bB	16,20 b
32	65,13 bA	65,20 bA	65,17 b	50,26 cA	54,86 bA	52,57 b	14,86 dA	10,33 bA	12,60 b
34	68,35 aA	67,03 aA	67,69 a	47,70 cB	57,23 aA	52,47 b	20,65 dA	9,80 aB	15,23 c
35	69,90 aA	67,76 aA	68,83 a	65,35 aA	60,23 aA	62,79 a	4,55 aA	7,53 aA	6,04 a

41	66,40 bA	62,06 cB	64,23 b	53,90 bA	48,60 cA	51,25 b	12,50 bA	13,46 bA	12,98 b
42	69,25 aA	61,93 cB	65,59 b	61,65 aA	50,60 cB	56,13 b	7,60 aA	11,33 bA	9,47 a
43	68,22 aA	62,650 cB	65,44 b	59,00 bA	47,90 cB	53,45 b	9,22 aA	14,75 dA	11,99 b
50	67,86 aA	63,90 bB	65,88 a	56,20 bA	55,85 aA	56,03 b	11,66 bA	8,05 aA	9,86 a
54	69,12 aA	67,06 aA	68,10 a	64,62 aA	58,73 aA	61,68 a	4,50 aA	8,33 aA	6,42 a
59	64,35 bA	61,40 cA	62,88 c	41,92 cA	43,25 cA	42,59 d	22,42 dA	18,15 dA	20,29 d
60	69,32 aA	64,33 bB	66,83 a	60,07 aA	52,00 bB	56,04 b	9,25 aA	12,33 bA	10,79 b
61	68,40 aA	57,93 cB	63,17 c	44,80 cA	38,73 cA	41,77 d	23,60 dA	19,20 dA	21,40 d
67	68,87 aA	62,13 cB	65,50 b	53,95 bA	51,26 bA	52,61 b	14,92 cA	10,86 bA	12,90 b
68	68,25 aA	64,46 bB	66,36 a	51,25 cA	49,00 cA	50,13 c	17,00 cA	15,46 dA	16,23 c
71	65,47 bA	60,56 cB	63,02 b	52,50 bA	42,26 cB	47,38 c	12,97 bA	18,30 dA	15,64 c
72	68,40 aA	64,95 bB	66,68 a	62,50 aA	50,55 bB	56,63 b	5,90 aB	14,40 cA	10,15 b
82	69,10 aA	61,25 cB	65,18 b	44,60 cA	49,95 cA	47,28 c	24,50 dA	11,30 bB	17,90 c
83	68,85 aA	65,85 aB	67,35 a	64,40 aA	56,85 aA	60,63 a	4,45 aA	9,00 aA	6,73 a
84	69,30 aA	66,66 aA	67,98 a	63,55 aA	56,06 aA	59,81 a	5,75 aA	10,60 bA	8,18 a
90	66,85 bA	63,40 bB	65,13 b	54,70 bA	50,90 cA	52,8 b	12,15 bA	12,50 bA	12,33 b
98	68,37 aA	64,90 aB	66,64 a	60,55 aA	51,55 bB	56,05 b	7,82 aA	13,35 bA	10,59 b
103	64,27 bA	59,40 cB	61,84 c	33,05 cB	43,20 cA	38,13 d	31,22 dA	16,20 dB	23,71 d
104	67,40 aA	65,20 bA	66,30 a	58,32 bA	53,40 aA	55,86 b	9,07 aA	11,80 bA	10,44 b

117	69,12 aA	64,55 bB	66,84 a	62,72 aA	48,75 cB	55,74 b	6,40 aB	15,80 dA	11,10 b
MÉDIA	67,97 a	63,81 b	65,89	55,31 a	51,23 b	53,27	12,66 a	12,58 a	12,62
> QM/< Qm <sup>1</sup>	1,05	-	4,48	-	6,78	-	-	-	-
CV (%) <sup>2</sup>	3,07	3,36	3,21	12,47	6,36	10,13	13,35	20,61	18,77
CVg (%) <sup>3</sup>	1,63	3,38		14,15	9,39		53,38	23,83	
Prob, F Teste <sup>4</sup>	0,20 **	0,00 **	-	0,00 **	0,00 **	-	0,00 **	0,00 **	-
Prob, F Teste G <sup>5</sup>	-	-	0,00 **	-	-	0,00 **	-	-	0,00 **
Prob F, teste A <sup>6</sup>	-	-	0,00 **	-	-	51,76 <sup>ns</sup>	-	-	100,00 <sup>ns</sup>
Prob F, teste G x A <sup>7</sup>	-	-	0,13 **	-	-	0,00 **	-	-	0,00**

Médias da combinação genótipo e ambiente seguidas por letras minúsculas iguais na vertical (genótipos) e maiúsculas na horizontal (locais) pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, na análise de variância conjunta de experimentos.

Médias marginais de genótipos na coluna e médias marginais de locais na linha seguidas por letras minúsculas pertencem ao mesmo grupo para seus respectivos efeitos pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, na análise de variância conjunta de experimentos.

>QM/<Qm<sup>1</sup> – Relação entre o maior quadrado médio residual e o menor quadrado médio residual na análise conjunta dos experimentos.

CV (%)<sup>2</sup> – Valores obtidos a partir da análise de variância conjunta de experimentos. <sup>3</sup> CV<sub>g</sub> – calculado como 100.  $\sigma^2_g/m$ ; <sup>4</sup> Prob F – calculada a partir da análise individual; <sup>5</sup> Prob F (G), <sup>6</sup> Prob F (A) e <sup>7</sup> Prob F (G x A) calculadas a partir da análise conjunta.

\*\* - significativas a 1% no teste F; ns – não significativas a 5% pelo teste F

Tabela 3: Grãos barriga branca e gessados de arroz de sequeiro por local e conjunta, em Anchieta e Florianópolis, safra 2018/2019.

VARIEDADES	B, BRANCA			GESSADOS		
	%INTEIROS			%INTEIROS		
	Anc	Fln	Conj	Anc	Fln	Conj
7	2,71 aA	3,34 bA	3,03 d	0,07 aA	0,09 aA	0,08 a
10	4,78 dA	8,68 eB	6,73 g	0,09 aA	0,10 aA	0,10 a
12	0,89 aA	4,64 cB	2,77 d	0,07 aA	0,09 aA	0,08 a
13	0,08 aA	1,78 bB	0,93 b	0,06 aA	0,50 bA	0,28 a
14	0,57 aA	2,64 bB	1,61 b	0,10 aA	0,69 bA	0,40 a
17	3,24 bA	6,79 eB	5,02 f	0,09 aA	0,71 bA	0,40 a
19	5,82 dA	6,06 eA	5,94 g	0,14 aA	0,10 aA	0,12 a
20	3,24 bB	1,94 bA	2,59 c	0,09 aA	0,88 aB	0,49 a
22	0,44 aA	3,41 cB	1,93 c	0,04 aA	1,00 bB	0,52 a
24	1,03 aA	5,07 dB	3,05 d	0,08 aA	0,90 aB	0,09 a
29	0,08 aA	8,16 eB	4,12 e	0,16 aA	1,54 cB	0,85 b
31	4,00 cA	9,61 eB	6,81 g	1,72 bA	2,16 dA	1,94 e
32	4,78 dA	5,59 dA	5,19 f	0,10 aA	0,09 aA	0,10 a
34	1,76 aA	4,35 cB	3,06 d	0,08 aA	0,77 bA	0,43 a
35	0,08 aA	0,08 aA	0,08 a	0,08 aA	0,61 bA	0,35 a
41	8,35 eB	6,05 dA	7,20 g	0,09 aA	0,10 aA	0,10 a
42	0,51 aA	2,38 bB	1,45 b	0,08 aA	0,78 bA	0,43 a
43	0,60 aA	3,76 cB	2,18 c	0,08 aA	1,57 cB	0,83 b
50	1,20 aA	3,04 bB	2,12 c	0,42 aA	1,22 cB	0,82 b
54	0,10 aA	1,49 aB	0,79 b	0,02 aA	0,08 aB	0,05 a
59	8,13 eB	4,27 cA	6,20 g	0,08 aA	0,11 aA	0,10 a
60	0,73 aA	3,86 cB	2,30 c	0,14 aA	1,55 cB	0,85 b
61	4,31 cB	1,99 bA	3,15 c	0,13 aA	1,30 cB	0,72 b
67	0,09 aA	0,51 aA	0,30 a	0,09 aA	2,64 dB	1,37 d
68	1,93 cA	2,60 bA	2,27 c	0,09 aA	0,74 bA	0,42 a
71	8,07 eB	5,35 dA	6,71 g	0,26 aA	0,12 aA	0,19 a

72	3,70 cB	1,29 aA	2,50 c	0,63 aA	1,53 cB	1,08 b
82	2,57 bA	1,65 aB	2,11 c	0,11 aB	1,07 bA	0,59 b
83	0,04 aA	0,08 aA	0,06 a	0,04 aA	0,08 aA	0,06 a
84	0,06 aA	0,99 aA	0,53 a	0,06 aA	0,71 bA	0,39 a
90	1,76 bA	4,10 cB	2,93 d	0,11 aB	1,37 cA	0,74 b
98	0,70 aA	1,46 bA	1,08 b	0,10 aB	1,20 cA	0,65 b
103	5,15 dB	3,24 bB	4,20 e	2,34 bB	3,12 dA	2,73 f
104	2,33 bB	6,39 eB	4,36 e	0,19 aA	1,42 cB	0,80 b
117	0,08 aA	0,69 aA	0,39 a	0,08 aA	1,96 cB	1,02 b
MÉDIA	2,40 a	3,64 b	3,02	0,23 a	0,92 b	0,57
>QM/<Qm <sup>1</sup>	2,01	-	-	1,02	-	-
CV (%) <sup>2</sup>	13,38	20,38	20,12	22,27	16,07	19,89
CVg (%) <sup>3</sup>	101,16	66,61	69,11	165,51	76,46	89,36
Prob, F Teste <sup>4</sup>	0,00 **	0,00 **	-	0,00 **	0,00 **	-
Prob, F Teste G <sup>5</sup>	-	-	0,00 **	-	-	0,00 **
Prob F, teste A <sup>6</sup>	-	-	51,09 <sup>ns</sup>	-	-	51,09 <sup>ns</sup>
Prob F, teste G x A <sup>7</sup>	-	-	0,00 **	-	-	0,00 **

Médias da combinação genótipo e ambiente seguidas por letras minúsculas iguais na vertical (genótipos) e maiúsculas na horizontal (locais) pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, na análise de variância conjunta de experimentos.

Médias marginais de genótipos na coluna e médias marginais de locais na linha seguidas por letras minúsculas pertencem ao mesmo grupo para seus respectivos efeitos pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, na análise de variância conjunta de experimentos.

>QM/<Qm<sup>1</sup> – Relação entre o maior quadrado médio residual e o menor quadrado médio residual na análise conjunta dos experimentos.

CV (%)<sup>2</sup> – Valores obtidos a partir da análise de variância conjunta de experimentos. <sup>3</sup> CV<sub>g</sub> – calculado como 100.  $\sigma^2_{g/m}$ ; <sup>4</sup> Prob F – calculada a partir da análise individual; <sup>5</sup> Prob F (G), <sup>6</sup> Prob F (A) e <sup>7</sup> Prob F (G x A) calculadas a partir da análise conjunta.

\*\* - significativas a 1% no teste F; ns – não significativas a 5% pelo teste F

A média de grãos quebrados, em Anchieta, foi de 12,66%, valor bastante semelhante ao obtido para Florianópolis (12,58%). Em relação aos grãos barriga branca (BBR), os valores variaram de 0,08 a 8,35%, com média de 2,40%, em Anchieta, e 0,08% e 9,61%, com média de 3,64%, em Florianópolis (tabela 2). Existe uma tendência de menor ocorrência de BBR, em Anchieta, local onde 19 das 35 variedades tiveram menores porcentagens, em relação à Florianópolis, pela análise conjunta dos experimentos.

Da mesma forma que para a INT, a ocorrência de BBR foi maior nas variedades classificadas como grãos médios. Este tipo de grão (médios) assemelham-se a tipos de grãos especiais no que concerne ao formato de grão e a grãos mais tradicionalmente utilizados em risotos, que apresentam maior porcentagem de grãos barriga ou centro branco.

Os valores de grãos gessados (GES) apresentaram média de 0,35% e variaram de 0,06 a 2,34%, em Anchieta, e média de 0,12 %, com amplitude de 0,09 a 3,12%, em Florianópolis. Apenas duas variedades em Anchieta tiveram valores acima do padrão aceito pelas indústrias beneficiadoras (1%), enquanto em Florianópolis, 15 variedades tiveram valores acima do limite aceitável de GES.

Para Facchinello (2017), os atributos de qualidade de grãos em arroz também são alterados significativamente pela interação genótipo x ambiente. Para a REN, as diferenças foram significativas ( $p \leq 0.05$ ) para genótipo, ambiente e interação. Resultados semelhantes foram obtidos por Jing et al. (2010), trabalhando com cinco genótipos em ambientes distintos. Para INT e QUE foram obtidas diferenças significativas ( $p \leq 0.05$ ) para os efeitos de genótipos e ambiente e não significativos para a interação genótipo x ambiente (tabela 2), valores opostos àqueles obtidos por Blanche et al. (2009), que relataram interação genótipo x ambiente significativa e de grande magnitude para a variável de rendimento de grãos inteiros. Para estas três primeiras variáveis, principais formadoras de preços pagos aos agricultores, os genótipos apresentaram diferenças intrínsecas entre si e sofreram influências diferenciadas dos ambientes, destacando-se ainda a presença da significância da interação, no caso da renda de benefício. Já para as variáveis BBR e GES, as diferenças foram significativas ( $p \leq 0.05$ ) para genótipo e interação e não significativos para o ambiente (tabela 2).

A identificação de genótipos mais estáveis torna-se uma alternativa para minimizar os efeitos da interação (Borém & Nakano, 2015). No ranking médio de estabilidade (tabela 4), calculado a partir da média das posições de cada variedade em relação à estabilidade de cada

variável, três variedades aparecem entre as dez mais estáveis e com maiores REN e INT, em Anchieta (variedades 35, 54 e 84), e três variedades, em Florianópolis (variedades 35, 54 e 83). Destacam-se as variedades 32 como a mais estável para REN e a segunda mais estável para GES; a variedade 35 como a mais estável para BBR e a quinta mais estável para REN; e a variedade 10, como a mais estável para QUE e GES.

Tabela 4: Ranking médio das dez variedades mais estáveis de arroz de sequeiro em Anchieta e Florianópolis, para renda de benefício (REN), grãos inteiros (INT), quebrados (QUE), com barriga branca (BBR) e gessados (GES), na safra 2018/2019.

VARIETADES	REN	INT	QUE	BBR	GES	RANKING
32	1	9	16	9	2	1
35	5	11	8	1	13	2
68	18	4	4	7	16	3
54	4	14	12	13	9	4
83	11	18	17	2	8	5
41	21	12	3	19	3	6
10	20	8	1	31	1	7
59	10	3	14	30	6	8
50	19	1	10	15	22	9
84	7	16	19	11	17	10

São promissores para a manutenção da produção para o autoconsumo das famílias e a expansão da produção para o mercado local ou regional, os valores obtidos acima de 69% para a renda de benefício e de 62% de rendimento de inteiros, em Anchieta, para as oito variedades de melhor qualidade industrial (7, 12, 13, 22, 35, 54, 60 e 84), considerando o nível de tecnologia adotado e tratando-se de variedades locais sem dedicação de esforços institucionais e sistemáticos de melhoramento genético.

Os dados obtidos permitem aos produtores definirem as variedades mais indicadas para a expansão da produção e comercialização no mercado local, priorizando aquelas com melhor rendimento industrial e adaptadas (conforme a classe de grão) para a regulagem dos moinhos locais, especialmente das cooperativas e associações de produtores. Novos estudos devem priorizar a avaliação do potencial destas variedades locais em outros ambientes, bem como a avaliação dos parâmetros de qualidade relacionados ao cozimento dos grãos.

## 6.5 CONCLUSÕES

As variedades apresentaram diferenças de desempenho rendimento industrial e estabilidade para todas as variáveis. As variedades de melhor desempenho industrial para renda, inteiros e quebrados (7, 12, 13, 24, 35, 54, 72 e 83) apresentaram valores iguais ou superiores e semelhantes aos resultados àqueles obtidos pelas variedades modernas melhoradas de arroz de sequeiro e irrigado.

Os valores obtidos de barriga branca e gessados enquadraram-se dentro dos limites aceitos pelo mercado para a grande maioria das variedades nos dois locais.

## 6.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTIGIANI, A.C.C.A., CRUSCIOL, C.A.C.; ARF, O.; ALVAREZ, R.C.F.; NASCENTE, A.S. Produtividade e qualidade industrial do arroz de terras altas em função da disponibilidade hídrica e adubação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 3, p. 340-349, 2012.

BLANCHE, S. B.; UTOMO, H. S.; WENEFRIDA, I.; MYERS, G. O. Genotype × environment interactions of hybrid and varietal rice cultivars for grain yield and milling quality. **Crop Science**, v. 49, n. 6, p. 2011–2018, 2009.

BORÉM, A.& NAKANO, P.H. **Arroz: do plantio a colheita**. Viçosa, MG. Editora Universidade Federal de Viçosa, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 6, de 16 e fevereiro de 2009. Aprova o regulamento técnico do arroz, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, Seção 1, p. 3, 17 fev. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 2, de 6 de fevereiro de 2012. Aprova o regulamento técnico do arroz, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, Seção 1, p. 3, 7 fev. 2012.

CASTRO, E. da M.; VIEIRA, N.R. A.; RABELO, R.R.; SILVA, S.A. da. **Qualidade de grãos em arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 30p. 1999 (Circular Técnica, 34).

CEPEA, **Metodologia do arroz em casca ESALQ/SENAR-RS**, 2015. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/metodologia/metodologia-do-arroz-em-casca-esalq-senar-rs.aspx>>

CRUZ, C.D. & REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 2001.

EMBRAPA. **Catálogo de cultivares de arroz da Embrapa**, 2017/2018. 32 p. 2018

EMBRAPA **Dados conjunturais da produção de arroz (Oryza sativa L.) no Brasil (1986 a 2018): área, produção e rendimento**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2019. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>>.

FACCHINELO, P.H.K. **Parâmetros Genéticos e correlações para caracteres de qualidade de grãos em arroz irrigado**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Pelotas, Pós-Graduação em Ciências, Pelotas, RS, 2017.

FARIAS FILHO, M.S.; FERRAZ JUNIOR, A.S.L. A cultura do arroz em sistema de vazante na baixada maranhense, periferia do sudeste da Amazônia. **Pesquisa Agropecuária Tropical** v. 39, n. 2, p. 82-91, 2009.

IBGE. 2010 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - **Censo 2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>.

ISHYMARU, T.; RORIGANE, A. K.; IDA, M.; IWASAWA, N.; SAN-OH, Y.; NAKASONO, N.; NISHISAWA, N. K.; MASUMURA, T.; KONDO, M.; YOSHIDA, M. Formation of grain chalkiness and changes in water distribution in developing rice caryopses grown under high-temperature stress. **Journal of Cereal Science**, London, v. 50, n. 2, p. 166-174, 2009.

JING, Q. et al. Adaptation and performance of rice genotypes in tropical and subtropical environments. **NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences**. v. 57, p. 149–157, 2010.

KIBANDA, J.M.N. & LUZI-KIHUPI, A. Influence of genetic and genotype x environment interaction on quality of rice grain. **African Crop Science Journal**, Vol. 15, No. 4, pp. 173 – 182, 2007.

MARIOTTI, J. A.; OARZABAL, E. S.; OSA, J. M.; BULACIO, A. N. R.; ALMADA, G. H. Analisis de estabilidad y adaptabilidad de genótipos de caña de azúcar. I. Interacciones dentro de una localidad experimental. **Revista Agronómica Norte Argentina**, v. 13, p. 405–412, 1976.

MINGOTTE, F.L.; HANASHIRO, R.K.; FORNASIERI FILHO, D. Características físico-químicas do grão de cultivares de arroz em função da adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, suplemento 1, p. 2605-2618, 2012.

PEREIRA, J. A. & RANGEL, P. H. N. Produtividade e qualidade de grãos de arroz irrigado no Piauí. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 569-575, 2001.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 13.ed. Piracicaba: Editora Nobel, 1990.

PINTO, T.T.; OGLIARI, J.B.; MAGHELLY, O.R. Phenotypic characterization of dryland rice (*Oryza sativa* L.) germplasm conserved in situ (on farm) in a crop-diversity microcenter in southern Brazil. **Genetic resources and crop evolution** 66 (2). 2019.

SANTOS, A. B.; STONE, L.F.; VIEIRA, N.R.A. **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006

SANTOS, T.P.B. **Características físicas e químicas dos grãos gessados e seus efeitos na qualidade do arroz**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Goiás, Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Goiânia, GO, 2012.

SEARLE, S. R.; CASELLA, G.; McCULLOCH, C. E. **Variance components**. New York: John Wiley & Sons, 1992.

SMIDERLE, O.J. & DIAS, C.T.S. Época de colheita e qualidade fisiológica de sementes em arroz irrigado (*Oryza sativa* cv. BRS Roraima). **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 38, n. 3, p. 188-194, 2008.

## **7CAPÍTULO III POTENCIAL GENÉTICO E VARIABILIDADE DE ACESSOS DE ARROZ DE SEQUEIRO DO OESTE CATARINENSE**

Capítulo formatado em forma de artigo a ser submetido ao periódico “Crop Breeding and Applied Biotechnology”.

### **7.1 RESUMO**

Populações de arroz de sequeiro vêm sendo conservadas por agricultores familiares, no oeste de Santa Catarina, há várias décadas. A diversidade morfológica, genética e o potencial destes

acessos vêm sendo estudados apenas recentemente, e inexistem dados sobre o potencial desses recursos genéticos para o desenvolvimento de programas de melhoramento genético participativos ou convencionais. Objetivando avaliar o potencial genético de 34 variedades de arroz de sequeiro do oeste de Santa Catarina e uma testemunha do Instituto Agronômico do Paraná recomendada para a região sul do país, foram instalados dois experimentos, em blocos ao acaso com quatro repetições, na safra 2018/2019, nos municípios de Anchieta e Florianópolis, e a partir dos quais foram avaliados alguns caracteres de importância agrônômica (produtividade, comprimento do colmo, número de perfilhos, resistência ao degrane, número de ramificações, número de grãos e resistência ao acamamento) e o rendimento industrial (renda de benefício, grãos inteiros, grãos quebrados, barrigas brancas e gessados). A partir das análises de variância por local e conjunta foram estimados os parâmetros genéticos, o coeficiente de variação genético, o índice de variação e a herdabilidade, bem como realizada a partição dos componentes de variância genotípica, fenotípica, da interação genótipo x ambiente, bem como calculada a relação entre o coeficiente de variação genética entre e dentro de parcelas, para as variáveis agrônômicas obtidas a partir de dados de plantas individuais. Os parâmetros genéticos estimados para todas as variáveis indicaram a existência de suficiente variabilidade genética dentro das variedades para justificar melhoramento por seleção individual de plantas, seguida de testes de progênies. Os índices de variação conjunta para as características agrônômicas variaram de 0,46 (número de ramificações) a 0,92 (número de perfilhos). Para as características industriais, foram obtidos índices de variação conjunta iguais ou superiores a 1,0 para inteiros, quebrados, barriga branca e gessados, com valores de até 3,43, no caso dos grãos barrigas brancas. A herdabilidade ampla conjunta variou de 62,83% (número de ramificações) a 97,68% (barrigas brancas). Os componentes dos efeitos de ambiente foram superiores aos efeitos de genótipo e interação genótipo x ambiente para as características produtividade, comprimento do colmo, renda, inteiros, quebrados e gessados. Os menores valores de coeficientes de variação genética e índice de variação, estimados para Anchieta, indicam uma maior adaptação das variedades ao ambiente de origem, possivelmente, promovida pela seleção realizada pelos agricultores.

Palavras Chave: arroz de sequeiro, componentes de variância, parâmetros estatísticos genéticos

## 7.2 INTRODUÇÃO

O arroz é considerado a cultura agrícola mais importante para alimentação humana, alimentando direta e diariamente mais de metade da população mundial. O cultivo do arroz responde pelo maior uso mundial de terras agrícolas para a produção de comida (162 milhões de ha em 2010) e é o maior empregador e fonte de renda para agricultores (GRISP, 2013).

O Brasil é o nono maior produtor global de arroz, e o primeiro país não asiático na lista de maiores produtores (FAO, 2018).

Na safra 2018/2019, o Brasil produziu 11,13 milhões de toneladas de arroz, em 1,66 milhão de hectares, movimentando um valor bruto de produção da ordem de 8,6 bilhões de reais. Na última década, os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul responderam, em média, por 75 a 80% da produção total do cereal no Brasil, baseada principalmente no sistema irrigado por inundação (CONAB, 2020). Santa Catarina produziu em 2018/2019, neste sistema, 1,16 milhões de toneladas, em 144 mil hectares cultivados. Já no sistema de sequeiro, na safra 2017/18, Santa Catarina produziu 298 toneladas, com um rendimento médio de 2.175 kg ha<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 2019), em 137 ha, sendo a produção realizada por agricultores familiares e com finalidade voltada quase que exclusiva para autoconsumo.

A pesquisa oficial em Santa Catarina tem voltado sua atenção e esforços de melhoramento genético quase que exclusivamente para variedades de arroz irrigado. Embora o arroz de sequeiro tenha importância histórica, social e na segurança alimentar da agricultura familiar, em Santa Catarina, o estado não possui, atualmente, nenhuma cultivar de arroz de sequeiro recomendada pela pesquisa agropecuária oficial para cultivo (EPAGRI, 2017). A ausência de cultivares recomendadas reflete uma importante lacuna na pesquisa e na valorização das variedades tradicionais de arroz de sequeiro conservadas pelos agricultores familiares.

O extremo oeste de Santa Catarina é caracterizado por uma estrutura fundiária onde predominam pequenas unidades de produção familiar, com médias próximas a 20 ha (IBGE 2010), onde além da atividade econômica principal, geralmente pecuária de leite, os agricultores produzem diversos produtos agrícolas para o autoconsumo e eventual comercialização em pequena escala no mercado local. Esses cultivos, entre os quais o arroz de sequeiro, são feitos, em grande parte, com sementes conservadas pelos próprios agricultores

familiares ao longo de muitas gerações. Para Canci (2007), a colonização italiana e germânica da região favoreceu a consolidação de uma agricultura baseada no cultivo de diversas espécies e variedades, com sementes constantemente repassadas a vizinhos e parentes, associadas ao conhecimento tradicional associado ao cultivo e ao uso dos produtos.

O Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade da Universidade Federal de Santa Catarina (NEABio) vem estudando desde 2001 a diversidade genética das variedades locais e o conhecimento tradicional associado ao uso, manejo, conservação e seleção destas sementes (Reichert Jr et al., 2020). Foram identificadas pelo grupo de pesquisa 50 espécies distintas mantidas pelas famílias, principalmente de grãos e hortaliças. Algumas destas espécies possuem mais de 100 populações morfologicamente distintas (Osório, 2015).

A microrregião do extremo oeste de Santa Catarina, onde estão inseridos os municípios de Anchieta e Guaraciaba, tem sido apontada como detentora de uma significativa diversidade de variedades locais (Almeida Silva et al., 2015; Costa et al., 2017; Gonçalves et al., 2013; Ogliari & Alves 2007; Ogliari et al. 2013; Pinto et al. 2019; Souza et al., 2020).

O arroz de sequeiro é um dos cereais conservados *in situ on farm* pelos agricultores familiares, no extremo oeste de Santa Catarina, há, pelo menos, 60 anos e, por isso, tornou-se um dos principais cultivos estudados pelo NEABio. Como primeira atividade de pesquisa com arroz de sequeiro, Gonçalves et al. (2013) avaliaram 17 variedades locais conservadas por agricultores familiares da região quanto ao potencial agrônomo. Posteriormente, Pinto et al. (2019) identificaram, nos municípios de Anchieta e Guaraciaba, oitenta e seis famílias de agricultores familiares que mantinham cento e doze populações de arroz de sequeiro, caracterizando morfológica e fenotipicamente sessenta destas variedades. Os mesmos autores identificaram vinte e quatro pertencentes ao subgrupo indica, quatro ao subgrupo japônica e, ainda, trinta e cinco que apresentaram uma combinação das características morfológicas destes dois subgrupos de arroz. Estas populações apresentaram ainda diferentes classes de grão (médio, longo, longo-fino e misturado) e coloração do grão integral (pardos e vermelhos). Maghelly et al. (2020) avaliaram o desempenho agrônomo e rendimento industrial, além de estabelecer um ordenamento da resposta ao estresse hídrico para trinta e quatro destas variedades locais (vide capítulos 1, 2 e 4, respectivamente).

Estudos vêm demonstrando que as variedades locais tradicionalmente cultivadas e conservadas pelos agricultores contêm um elevado grau de diversidade genética e, além do seu

valor intrínseco na conservação *in situ* da agrobiodiversidade, podem ser usadas como fonte potencial de genes e características para o melhoramento genético (Mandel et al., 2011). Para Pusadee et al. (2009), as variedades tradicionais cultivadas pelos agricultores, nos entornos dos centros de diversidade e domesticação das culturas, são recursos genéticos chave para a manutenção futura da segurança alimentar sob a égide das mudanças climáticas.

A estimação dos parâmetros genéticos de uma população objetiva obter informação sobre a ação gênica envolvida na herança dos caracteres de interesse e estabelecer a base para a escolha dos métodos de melhoramento mais convenientes (Morais et al., 1997). Para Vencovsky (1969), estimativas de coeficientes de herdabilidade, de variação genética e índice de variação são necessárias para prever ganhos, avaliar a viabilidade de determinado programa de melhoramento e orientar a adoção da estratégia mais eficiente de seleção. A herdabilidade, segundo Falconer (1987), expressa a confiança do valor fenotípico como estimador do valor genético. Quanto maior a herdabilidade, mais próximo estará a resposta da seleção na população avaliada. Ao mesmo tempo, populações com maior variabilidade genética têm maior probabilidade de conter genes e alelos favoráveis (Badan, 1999).

Os componentes de variâncias genotípica, fenotípica e da interação genótipo x ambiente podem ser decompostos e estimados através da análise de variância. A obtenção dos componentes de variância tem sido de grande interesse no melhoramento genético, pois possibilita a estimativa da variância genotípica a partir dos dados fenotípicos observados (Cruz, 2005).

Por outro lado, a interação genótipos x ambientes dificulta a avaliação do valor genotípico de uma população de plantas. Allard & Bradshaw (1964) definiram a interação genótipos x ambientes como o comportamento não coincidente de genótipos, quando cultivados em ambientes distintos. Apesar de ser possível obter as estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos através de experimentos, em apenas um ambiente, estas estimativas se referem apenas a uma determinada condição ambiental, impossibilitando a extrapolação para outros ambientes e, assim, limitando o método e as conclusões. A determinação da magnitude das interações genótipos x ambientes permite a obtenção de estimativas mais precisas e isentas do componente da interação (Cruz & Carneiro, 2006).

Com base nesse contexto, o presente trabalho objetivou estimar os parâmetros genéticos envolvidos na expressão de características de comportamento agrônomico e

rendimento industrial das variedades locais de arroz de sequeiro procedentes de dois municípios do oeste catarinense.

### 7.3 MATERIAIS E MÉTODOS

As estimativas de parâmetros estatísticos-genéticos deste trabalho se referem a trinta e quatro populações de arroz de sequeiro conservadas por agricultores dos municípios de Anchieta e Guaraciaba, que fizeram parte da coleta de germoplasma de arroz de sequeiro, nos anos de 2012 a 2014, pelo Núcleo de Estudos em Agrobiodiversidade da Universidade Federal de Santa Catarina (NEABio/UFSC). Os trinta e quatro acessos selecionados representam com precisão superior a 95% a diversidade genética existente nos dois municípios para as características de número de perfilhos, espessura do colmo e comprimento das panículas (Pinto et al., 2019). Foi utilizada como testemunha, a variedade comercial de arroz de sequeiro IPR 117, do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR).

Os experimentos foram conduzidos em dois ambientes distintos, sendo o primeiro localizado em propriedade rural familiar da família Uliana, no município de Anchieta, região de origem das variedades, no oeste de Santa Catarina, e o segundo, na Fazenda Experimental da Ressacada da Universidade Federal de Santa Catarina, localizada em Florianópolis, no litoral catarinense. O município de Anchieta está localizado na região Sul do Brasil, na microrregião do extremo oeste (IBGE 2010), nas coordenadas 26° 30' 53.93" S; 53° 18' 44.97". Essa região possui clima mesotérmico úmido (Cfa de Köppen), temperatura média anual de 17,8 °C, precipitação pluviométrica anual em torno de 1.700 a 2.000 mm (IBGE 2010). A Fazenda Experimental da Ressacada encontra-se localizada em Florianópolis, nas coordenadas geográficas 27° 41' 06.28" S; 48°32' 38.81" O. Segundo a classificação climática de Köeppen, a fazenda situa-se numa sub-região de clima subtropical constantemente úmido, sem estação seca, com verão quente e temperatura média anual de 20.1°. A precipitação normalmente varia de 1270 a 1600 mm anuais (IBGE 2010). O solo da propriedade rural em Anchieta é classificado como cambissolo, com relevo ondulado e pedregoso, enquanto o solo da Fazenda Experimental da Ressacada é classificado como neossolo quartzarênico hidromórfico. A diferença da temperatura média anual e precipitação anual média entre os dois locais experimentais é de 2,3°

C e 400 mm, respectivamente, tendo Anchieta a menor temperatura média e a maior pluviosidade média.

Cada experimento foi conduzido em blocos completos casualizados com quatro repetições, em cada local. A unidade experimental foi constituída por quatro fileiras de 3,0 metros lineares de comprimento, espaçadas 0,34 metros entre si, contendo 55 plantas por metro linear. Foi considerada como parcela útil os dois metros centrais das duas fileiras do meio, perfazendo uma área útil de 1,36 m<sup>2</sup> com aproximadamente 220 plantas (densidade aproximada de 1,6 milhão plantas ha<sup>-1</sup>).

Foram analisadas sete variáveis relacionadas ao comportamento e rendimento agrônomico e cinco variáveis relacionadas ao rendimento industrial das populações. As variáveis agrônomicas foram produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), comprimento do colmo (cm), número de perfilhos (unidade), resistência ao degrane (escala), número de ramificações (unidade), número de grãos por panícula (unidade) e resistência ao acamamento (escala), coletadas e registradas de acordo com BIOVERSITY, IRRI E AFRICARICE (2011). As variáveis de rendimento industrial foram renda de benefício (%), grãos inteiros (%), grãos quebrados (%), barrigas brancas (%/inteiros) e gessados (%/inteiros), coletadas e registradas de acordo com as instruções normativas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento 06/2009 e 02/2012 (Brasil 2009, Brasil, 2012).

Os dados foram submetidos a análises de homocedasticidade e, posteriormente, à análise de variância individual por local, segundo o modelo estatístico matemático aleatório descrito por Searle (1992), dado por  $Y_{ij} = m + t_i + b_j + e_{ij}$ ; onde:

$Y_{ij}$ : valor fenotípico no i-ésimo genótipo no j-ésimo ambiente

m: média geral por local;

$t_i$ : efeito do genótipo i;

$b_j$ : efeito de bloco j;

$e_{ij}$ : erro experimental médio associado à observação  $Y_{ij}$

Da mesma forma, foram realizadas análises de variância conjunta, segundo o modelo estatístico matemático misto descrito por Searle (1992), dado por  $Y_{ijk} = m + G_i + B/A_{jk} + A_j + GA_{ij} + E_{ijk}$ , com efeito fixo para ambientes e aleatório para genótipos e demais efeitos do modelo, onde:

$Y_{ijk}$ : valor fenotípico do i-ésimo genótipo no j-ésimo ambiente e no k-ésimo bloco;

$m$ : é a média geral;

$G_i$ : é o efeito do genótipo  $i$ ;

$B/A_{jk}$ : corresponde ao bloco dentro de ambiente no  $j$ -ésimo ambiente e no  $k$ -ésimo bloco;

$A_j$ : é o efeito do ambiente  $j$ ;

$GA_{ij}$ : é o efeito da interação do  $i$ -ésimo genótipo com o  $j$ -ésimo ambiente; e

$E_{ijk}$ : é o efeito do erro experimental associado à observação  $Y_{ijk}$ .

O modelo estatístico matemático da análise conjunta foi considerado misto, em razão do efeito associado às variedades ter sido considerado aleatório, em vista do germoplasma analisado neste estudo representar o universo de acessos de variedades locais de arroz da região conservada *ex situ* na UFSC. Para tanto, foi realizado previamente o cálculo do erro amostral máximo e a proporção populacional a partir dos dados de média e desvio-padrão obtidos por Pinto (2017), para 55% do total de 112 acessos conservados e coletados na região A a partir desta análise, ficou estabelecido que as 34 variedades representam com precisão superior a 95% a diversidade genética conservada *on farm* em 558 km<sup>2</sup> desses dois municípios, para as características número de perfilhos, espessura do colmo e comprimento das panículas (dados quantitativos disponíveis nesta etapa da pesquisa). Com base no efeito aleatório para tratamentos, as conclusões tiradas no presente estudo a partir dessas 34 amostras podem se estender para a totalidade das populações locais de arroz de sequeiro conservadas *on farm* nos dois municípios da região extremo oeste catarinense (Anchieta e Guaraciaba). O efeito associado aos locais foi considerado fixo porque os dois ambientes, localizados em regiões extremas de Santa Catarina, não são representativos de todas as regiões do estado e, com base nisso, as conclusões sobre o comportamento das variedades locais em tela limitam-se apenas ao extremo oeste e litoral catarinense.

Para as variáveis agronômicas com informações de plantas dentro de parcelas (comprimento do colmo, número de perfilhos, resistência ao degrane, número de ramificações, número de grãos) e cálculos dos coeficientes de variação entre e dentro de parcela foi realizada ainda análise de variância por local utilizando o modelo estatístico matemático aleatório  $Y_{ijk} = m + G_i + B_j + D_{ijk} + E_{ijk}$ , onde:

$Y_{ijk}$ : valor fenotípico da  $k$ -ésima planta, do  $i$ -ésimo genótipo no  $j$ -ésimo bloco;

$m$ : é a média geral;

$G_i$ : é o efeito do genótipo  $i$ ;

$B_j$ : corresponde ao bloco  $j$ ;

$D_{ijk}$  ao efeito da  $k$ -ésima planta no  $i$ -ésimo genótipo e  $j$ -ésimo bloco; e

$E_{ijk}$ : é o efeito do erro experimental associado à observação  $Y_{ijk}$ .

As tabelas 1 e 2 apresentam os quadros das análises de variância dos modelos estatísticos matemáticos utilizados com suas respectivas esperanças matemáticas. A tabela 3 apresenta as esperanças dos quadrados médios para o modelo estatístico matemático com informações de plantas individuais dentro de parcelas

Tabela 1: Quadro de análise de variância (parcela) por local para modelo estatístico matemático aleatório dado por  $Y_{ij} = m + t_i + b_j + e_{ij}$

FV	GL	QM	E(QM)
GENÓTIPOS (GL)	I-1	QMG	$\hat{\sigma}^2 + J\hat{\sigma}_{GL}^2$
BLOCOS	J-1	QMB	$\hat{\sigma}^2 + I\hat{\sigma}_B^2$
RESÍDUO	(I-1).(J-1)	QME	$\hat{\sigma}^2$

Tabela 2: Quadro de análise de variância conjunta (parcela) para modelo estatístico matemático misto, com efeito de genótipos aleatório e efeitos de locais fixo, dado por  $Y_{ijk} = m + G_i + B/A_{jk} + A_j + GA_{ij} + E_{ijk}$

FV	GL	QM	E(QM)
BLOCOS DENTRO AMBIENTES	J.(K-1)		$\hat{\sigma}^2 + I\hat{\sigma}_B^2$
AMBIENTES (A)	J-1	QMA	$\hat{\sigma}^2 + KI\hat{\sigma}_{GA}^2 + I\hat{\sigma}_B^2 + KI\phi_A$
GENÓTIPOS (GC)	I-1	QMG	$\hat{\sigma}^2 + KJ\hat{\sigma}_{GC}^2$
GENÓTIPOS X AMBIENTE (GA)	(J-1).(I-1)	QMGA	$\hat{\sigma}^2 + KI\hat{\sigma}_{GA}^2$
RESÍDUO	J (I-1).(K-1)	QME	$\hat{\sigma}^2$

$$I = J/(J-1)$$

Tabela 3: Quadro de esperanças de quadrados médios (nível de planta) por local para modelo estatístico matemático aleatório dado por  $Y_{ijk} = m + G_i + B_j + D_{ijk} + E_{ijk}$

FV	E (QM)
BLOCOS	$\hat{\sigma}_d^2 + K\hat{\sigma}_e^2 + KI\hat{\sigma}_B^2$
VARIEDADES	$\hat{\sigma}_d^2 + K\hat{\sigma}_e^2 + KJ\hat{\sigma}_g^2$
VARIAÇÃO ENTRE	$\hat{\sigma}_d^2 + K\hat{\sigma}_e^2$
VARIAÇÃO DENTRO	$\hat{\sigma}_d^2$

Para as variáveis com dados de plantas individuais, foi calculado ainda o coeficiente de variação varietal ( $CV_V$ ) por local (Anchieta e Florianópolis), como uma relação entre a proporção do desvio-padrão e a média de cada variedade, utilizando-se todo o conjunto de plantas individuais de cada variedade (todas as plantas, de todos os blocos, agrupadas numa mesma análise).

As estimativas foram calculadas conforme descrito na tabela 4. Para fins de estimação dos componentes de variância, os dados da testemunha não foram utilizados nas análises de variância a fim de preservar a aleatoriedade do modelo para a amostra representativa das variedades locais estudadas.

Tabela 4: Estimativas genéticas por local e conjunta, Anchieta e Florianópolis, das variedades locais de arroz de sequeiro, 2018/2019.

DESCRIÇÃO PARÂMETROS <sup>1</sup>	ESTIMATIVA
ANÁLISE DE VARIÂNCIA POR LOCAL	(PARCELA)
$Y_{ij} = m + t_i + b_j + e_{ij}$	
Média por local	$m = \frac{1}{IJ} \sum_{ij} Y_{ij}$
Variância genotípica por local (média genótipos)	$\hat{\sigma}_{GL}^2 = (QMG - QME) / J$
Variância fenotípica por local (média genótipos)	$\hat{\sigma}_{FL}^2 = QMG / J$
Variância residual	$\hat{\sigma}^2 = QME$
Índice de variação	$IV = \widehat{CV}_g / CV_e$
Coeficiente de variação genética	$CV_g \% = 100 \cdot \hat{\sigma}_{GL}^2 / m$
Coeficiente de variação experimental	$CV_e \% = 100 \cdot \sqrt{QME} / m$
Herdabilidade ampla (média - local)	$\hat{h}^2_L = \hat{\sigma}_{GL}^2 / [\hat{\sigma}_{GL}^2 + (\hat{\sigma}^2 / J)]$

ANÁLISE DE VARIÂNCIA CONJUNTA	(PARCELA)
$Y_{ijk} = m + G_i + B/A_{jk} + A_j + GA_{ij} + E_{ijk}$	
Média conjunta	$M = \frac{1}{IJK} \sum_{ijk} Y_{ijk}$
Variância genotípica conjunta (média genótipos)	$\hat{\sigma}_{GC}^2 = (QMG - QME)/KJ$
Variância fenotípica conjunta (média genótipos)	$\hat{\sigma}_{FC}^2 = QMG/KJ$
Variância interação G x A	$\hat{\sigma}_{GA}^2 = (QMGA - QME) / [K.(J/J-1)]$
Variância residual	$\hat{\sigma}^2 = QME$
Índice de variação	$I_v = \widehat{CV}_g / CV_e$
Coeficiente de variação genética	$CV_g\% = 100. \sqrt{\hat{\sigma}_{GC}^2} / m$
Coeficiente de variação experimental	$CV_e\% = 100. \sqrt{QME} / m$
Herdabilidade ampla (média - conjunta)	$\hat{h}^2_C = \hat{\sigma}_{GC}^2 / [\hat{\sigma}_{GC}^2 + (\hat{\sigma}^2/JK)]$
ANÁLISE DE VARIÂNCIA POR LOCAL	(PLANTAS INDIVIDUAIS)
$Y_{ijk} = m + G_i + B_j + D_{ijk} + E_{ijk}$	
Coeficiente de variação entre parcelas <sup>2</sup>	$CV_{entre} = 100. \sqrt{\sigma^2 g_{entre}} / m$
Coeficiente de variação dentro de parcelas <sup>3</sup>	$CV_{dentro} = 100. \sqrt{\sigma^2 g_{dentro}} / m$
Coeficiente de variação experimental	$CV_e = 100. \sqrt{\sigma^2} / m$
ANÁLISE DE VARIABILIDADE AMOSTRAL	(PLANTAS INDIVIDUAIS)
Coeficiente de variação varietal <sup>4</sup>	$CV_v = 100. \sqrt{\sigma^2 \epsilon} / m$

<sup>1</sup> – Estimativas dos parâmetros conforme Cruz (2013).

<sup>2</sup> - Para o cálculo do coeficiente de variação entre parcelas a  $\sigma^2$  genotípica utilizada foi obtida a partir da variação de dados de plantas individuais entre variedades.

<sup>3</sup> - Para o cálculo do coeficiente de variação dentro de parcelas a  $\sigma^2$  genotípica utilizada foi obtida a partir da variação de dados de plantas individuais dentro de variedades.

<sup>4</sup> - Para o cálculo do  $CV_v$ , a  $\sqrt{\sigma^2 \epsilon}$  e a média foram obtidas utilizando diretamente os dados de estatística descritiva do conjunto de plantas individuais de cada variedade.

Todas as análises estatísticas foram feitas com o aplicativo computacional GENES (Cruz, 2013).

## 7.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A relação entre os quadrados médios residuais dos experimentos conduzidos nos dois locais foi menor do que sete para todas as variáveis, atendendo ao pressuposto da homogeneidade dos erros e, portanto, permitindo a análise conjunta dos experimentos.

Valores médios de produtividade ao redor de 2.300 a 2.900 kg ha<sup>-1</sup> (vide capítulo 1) foram ligeiramente superiores aos 2.175 kg ha<sup>-1</sup> correspondentes à média de produção de variedades tradicionais de arroz de sequeiro em Santa Catarina em 2018 (Embrapa, 2019), e compatíveis com aqueles obtidos por Bortoli (2015) e Gonçalves et al. (2013), trabalhando com variedades locais do oeste de Santa Catarina.

A média de renda de benefício obtida em Anchieta, região de origem das variedades, foi de 67,93% (tabela 5), valor praticamente equivalente ao padrão de mercado das variedades modernas de arroz irrigado (68%) exigidos pelas indústrias beneficiadoras (Cepea, 2015).

As médias das variáveis por local e conjunta, os coeficientes de variação experimental ( $CV_e$ ) e genéticos ( $\widehat{CV}_g$ ) e o índice de variação (Iv) estão apresentados na Tabela 5. Os maiores valores de  $CV_e$  foram obtidos para o caráter produtividade (23,39 a 24,90%), o que já seria esperado pois, segundo Morais Jr et al. (2017), este caráter é quantitativo e muito influenciado pelo ambiente. Estes autores, trabalhando com estimativas de variabilidade genética de populações de arroz de sequeiro, obtiveram  $CV_e$  da ordem de 19%.

Maiores  $\widehat{CV}_g$  foram obtidos para as características de rendimento industrial, com destaque para barrigas brancas (69,11%), quebrados (31,24%) e gessados (19,92%). A característica barrigas brancas, entre as características estudadas, é relatada na literatura dentro das variáveis estudadas como a mais influenciada pelos componentes genéticos. Segundo Patindol & Wang (2003), existem fortes evidências que esta característica está sob significativo controle genético e, portanto, passível de melhoramento genético por seleção.

Entre as características agrônômicas, produtividade (16,34%) e número de perfilhos (10,05%) apresentaram os maiores valores de  $\widehat{CV}_g$ . Como o coeficiente de variação genética é definido pela razão, expressa em percentagem, do desvio-padrão genético pela média da população, este se constitui em um estimador da grandeza relativa das mudanças que podem ser alcançadas por meio da seleção (Morais et al., 1997).

De maneira geral, os índices de variação das variáveis de rendimento industrial foram superiores àqueles de rendimento agrônomo (tabela 5), indicando maior potencial das variedades para melhoramento genético por seleção para estes atributos, especialmente para barrigas brancas ( $I_v$  entre 2,31 e 3,43). Os critérios de seleção de plantas e sementes utilizados pelos agricultores usualmente utilizam variáveis agrônomicas (Pinto, 2017) e não há registros de qualquer tipo de seleção para caracteres de rendimento industrial, podendo se configurar num dos motivos da obtenção deste comportamento.

Valores de  $I_v$  próximos a 1,0 também foram obtidos para comprimento do colmo, perfilhos e resistência ao degrane. A ocorrência de menores valores de índice de variação em Anchieta para todas as variáveis, com exceção de resistência ao degrane e gessados, sugere a existência de seleção efetiva por parte dos agricultores, uma vez que indicam que parte da variabilidade genética existente já foi explorada para aquelas condições de ambiente. Conforme Pinto (2017), a seleção das sementes a campo realizada pelos agricultores o plantio da próxima safra considera, principalmente, elevado número de ramificações, boa formação dos grãos, maturação homogênea e resistência ao degrane, características eminentemente agrônomicas.

A análise de variância conjunta mostrou diferenças significativas ( $p \leq 0,01$ ) entre as variedades para todas as variáveis, nos dois ambientes, indicando a existência de variabilidade genética necessária para melhoramento genético por seleção. As diferenças de magnitude entre os quadrados médios dos locais foram especialmente marcantes para produtividade (748.30, em Anchieta; 2328.20, em Florianópolis), grãos inteiros (292.60, em Anchieta; 103.14, em Florianópolis) e grãos quebrados (228.37, em Anchieta; 42.65, em Florianópolis), refletindo a expressão da variabilidade genética observada nos diferentes ambientes. Para as demais variáveis, as diferenças, em magnitude de valores, não foram expressivas. Valores obtidos na análise conjunta para o teste F entre ambientes para produtividade ( $F=13,2$ ) reforçam a elevada expressão de variabilidade genética desta característica e o comportamento diferencial das variedades na sua região de origem e adaptação e no litoral.

As estimativas de componentes de variância são apresentadas na tabela 6. As estimativas de variância fenotípica foram similares entre os ambientes para as variáveis perfilhos, número de ramificações e número de grãos, características intrinsecamente relacionadas à morfologia e ecofisiologia da espécie e variedades.

Em relação à variância fenotípica total, o componente dos efeitos dos ambientes foi responsável pela maior parcela da variação para a produtividade e comprimento do colmo, (58,6% e 59,7%, respectivamente), seguido dos efeitos do genótipo (26,2% e 35,1% respectivamente) e da interação genótipo ambientes (15,2% e 5,2% respectivamente), valores e proporções semelhantes àquelas obtidas por Khare et al. (2014). Para número de perfilhos, o componente do efeito dos genótipos foi superior (61,9%) à interação (19,0%) e ao efeito do ambiente (19,1%).

Para as demais características agronômicas, o efeito dos ambientes também foi responsável pela maior parte da variação, mas a interação genótipo x ambiente foi superior ao efeito dos genótipos.

Tabela 5: Médias, coeficientes de variação experimental e genético; e índices de variação por local, em Anchieta e Florianópolis e conjunta, safra 2018/2019

	MÉDIAS					Iv	MÉDIAS				
	VAR.	TEST.	CV <sub>e</sub> (%)	$\widehat{CV}_g$ (%)			VAR.	TEST.	CV <sub>e</sub> (%)	$\widehat{CV}_g$ (%)	
PRODUTIVIDADE						RES.ACAMAMENTO					
Anchieta	2.279,17	2.674,32	23,39	14,83	0,63	Anchieta	8,62	9,00	5,91	3,44	0,58
Florianópolis	2.889,32	2942,38	24,90	23,27	0,88	Florianópolis	6,08	7,00	18,85	19,53	1,04
Conjunta	2.590,65	2808,35	24,46	16,34	0,67	Conjunta	7,35	8,00	12,84	8,52	0,66
COMP. COLMO						RENDA					
Anchieta	81,99	69,00	8,20	6,39	0,78	Anchieta	67,93	69,12	3,07	1,63	0,53
Florianópolis	96,03	97,00	7,00	6,97	0,99	Florianópolis	63,98	64,55	3,36	3,38	1,01
Conjunta	89,00	83,00	7,65	5,91	0,77	Conjunta	65,96	66,84	3,21	2,32	0,72
Nº PERFILHOS						INTEIROS					
Anchieta	3,11	2,90	11,98	7,81	0,65	Anchieta	55,98	62,72	12,47	14,15	1,13

Florianópolis	3,14	2,70	11,21	10,34	0,92	Florianópolis	51,30	48,75	6,36	9,39	1,47
Conjunta	3,13	2,80	11,60	6,67	0,58	Conjunta	53,63	55,74	10,13	10,30	1,02
RES. DEGRANE						QUEBRADOS					
Anchieta	1,31	1,10	13,11	17,78	1,36	Anchieta	12,84	6,40	13,35	13,38	1,00
Florianópolis	1,26	1,10	15,04	10,62	0,71	Florianópolis	12,48	15,80	20,61	23,83	1,16
Conjunta	1,29	1,10	14,11	10,05	0,71	Conjunta	12,67	11,10	18,77	31,24	1,66
NºRAMIFICAÇÕES						BARRIGA BRANCA					
Anchieta	9,27	8,80	4,71	3,19	0,68	Anchieta	2,40	0,08	13,38	30,91	2,31
Florianópolis	9,18	9,00	4,81	3,77	0,78	Florianópolis	3,64	0,69	20,38	66,61	3,26
Conjunta	9,19	8,90	4,76	2,19	0,46	Conjunta	3,02	0,39	20,12	69,11	3,43
Nº GRÃOS						GESSADOS					
Anchieta	88,08	75,90	4,79	4,04	0,84	Anchieta	0,23	0,08	22,27	38,75	1,74
Florianópolis	84,61	81,50	5,84	5,25	0,90	Florianópolis	0,94	1,96	21,86	76,46	1,36
Conjunta	86,53	78,70	5,35	3,09	0,58	Conjunta	0,58	1,02	19,89	19,92	1,00

---

Tabela 6: Estimativa de componentes de variância (média de variedades) e parâmetros genéticos de rendimento agrônomo e industrial por local, em Anchieta e Florianópolis, e conjunta, safra 2018/2019.

		PRO	CCO	PER	RED	RAM	GRA	REA	REN	INT	QUE	BBR	GES
$\hat{\sigma}_g^2$	Anchieta	115.307,89	27,20	0,06	0,05	0,09	12,54	0,01	1,23	61,25	45,69	5,91	0,15
	Florianópolis	452.500,65	44,87	0,10	0,02	0,12	19,77	0,22	4,64	23,13	8,98	5,88	0,52
	Conjunta	179.789,57	27,57	0,04	0,02	0,04	7,09	0,05	2,35	30,16	15,55	4,36	0,28
$\hat{\sigma}_F^2$	Anchieta	187.075,41	38,40	0,09	0,06	0,14	19,08	0,02	2,32	73,15	57,09	6,18	0,22
	Florianópolis	582.007,05	56,17	0,13	0,27	0,16	23,89	0,27	5,78	25,79	10,66	6,02	0,59
	Conjunta	686.902,33	81,60	0,21	0,07	0,29	37,33	0,22	7,41	71,29	17,91	6,72	0,62
$\hat{\sigma}^2$	Anchieta	71.767,52	11,20	0,03	0,01	0,05	6,54	0,01	1,09	11,90	11,41	0,28	0,07
	Florianópolis	129.506,40	11,30	0,30	0,01	0,05	4,12	0,05	1,15	2,66	1,68	0,14	0,07
	Conjunta	402.764,76	46,22	0,13	0,03	0,19	21,34	0,11	4,48	29,10	26,17	0,83	0,28
$\hat{\sigma}_{G \times A}^2$	Conjunta	104.348,00	7,81	0,04	0,02	0,06	8,90	0,06	0,58	12,03	11,79	1,53	0,06
$\hat{h}^2(\%)$	Anchieta	61,64	70,84	62,93	88,03	63,81	65,72	57,52	52,93	83,74	80,02	95,52	68,82
	Florianópolis	77,75	79,88	77,31	66,58	71,87	82,76	81,11	80,15	89,69	84,24	97,71	88,15
	Conjunta	78,12	82,68	72,57	80,25	62,83	72,65	77,91	80,76	89,23	82,61	97,68	88,89

PRO – Produtividade; CCO – Comprimento do colmo; PER – Número de perfilhos; RED – Resistência ao degreane; RAM – Número de ramificações por panícula; GRA – Número de grãos por panícula; REA – Resistência ao acamamento; REN – Renda de benefício; INT – Grãos inteiros; QUE – Grãos quebrados; BBR – Barrigas Brancas e GES - Gessados

Para a renda e inteiros, o componente dos efeitos dos ambientes foi responsável pela maior parcela da variação (59,5 e 40,8% respectivamente), seguido dos efeitos do genótipo (32,4 e 32,0%) e da interação genótipo ambientes (8,1 e 27,2%). Para grãos quebrados, o componente dos efeitos do ambiente foi superior aos efeitos dos genótipos e aos efeitos da interação, nesta ordem (49,0, 29,0 e 22%). Para barrigas brancas os efeitos dos genótipos foram superiores aos da interação e dos ambientes (65,2, 22,7 e 12,1%). Finalmente, para grãos gessados, os efeitos dos ambientes e dos genótipos foram praticamente equivalentes (45%) e superiores aos efeitos da interação (10%).

Os coeficientes de herdabilidades no sentido amplo ao nível de médias de tratamentos variaram de 61,64% (produtividade) a 97,71% (barrigas brancas). Os valores obtidos de herdabilidade para o comprimento do colmo (70,84 a 79,88%) foram inferiores àqueles obtidos por Bisne et al. (2009) e Singh et al. (2011), na ordem de 89,40 a 89,60%, respectivamente, trabalhando com variedades melhoradas de arroz de sequeiro.

Nas análises de variância por local com dados de plantas individuais dentro da parcela, para as variáveis comprimento do colmo, perfilhamento, número de ramificações por panícula e número de grãos por panícula, os quadrados médios foram menores para todas as variáveis dentro da parcela, em relação àqueles entre parcelas, conforme esperado. Além disso, a razão entre o coeficiente de variação dentro das parcelas e o coeficiente de variação experimental (tabela 7) foi menor que a razão entre o coeficiente de variação entre as parcelas e o coeficiente de variação experimental. Contudo, todas as variáveis apresentaram  $CV_{dentro}/CV_e$  maiores do que 0,43 para todas as variáveis, em ambos os locais, o que indica a existência de variabilidade genética média entre plantas dentro de parcela suficiente para justificar melhoramento por seleção dentro de variedade, especialmente para resistência ao degrane (0,94, em Anchieta). Os valores obtidos de  $CV_{entre}/CV_e$  justificariam o melhoramento através de seleção entre as variedades pertencentes ao mesmo grupo morfológico de classe e coloração de grãos.

Tabela 7: Estimativa de razão dos coeficientes de variação entre e dentro de variedades de arroz de sequeiro em Anchieta e Florianópolis, safra 2018/2019.

	$CV_{\text{entre}}/CV_e$		$CV_{\text{dentro}}/CV_e$	
	Anchieta	Fln	Anchieta	Fln
CCO	0,61	0,96	0,43	0,68
PER	0,69	0,90	0,49	0,64
RED	1,34	0,44	0,94	0,32
RAM	0,87	1,04	0,61	0,74
GRA	0,65	1,34	0,46	0,95

As tabelas 8 e 9 apresentam os dados de valores mínimos, máximos, média e desvio-padrão para as variáveis agronômicas que foram coletadas de plantas individuais, fornecendo uma informação da variabilidade ao nível de planta dentro das variedades locais estudadas e conseqüentemente variedades com maiores possibilidades de serem melhoradas através da seleção de plantas individuais. Para as variáveis de rendimento industrial, a limitação metodológica da amostra mínima de 100 g para processamento no engenho de provas não permitiu a obtenção de dados de plantas individuais.

Tabela 8: Médias, desvio-padrão e valores máximos e mínimos das variáveis com dados de plantas individuais, Anchieta, 2018/2019.

VAR,	COMP. DO COLMO				PERFILHAMENTO				RESIST, AO DEGRANE				N° RAM,/PANÍCULA				N° GRÃOS/PANÍCULA			
	MIN	MAX	MED	$\sigma$	MIN	MAX	MED	$\sigma$	MIN	MAX	MED	$\sigma$	MIN	MAX	MED	$\sigma$	MIN	MAX	MED	$\sigma$
7	66,00	111,00	87,91	8,76	2	5	3,19	0,74	1	2	1,15	0,36	9	11	9,70	0,97	81	111	93,60	7,90
10	52,00	107,00	81,10	9,43	1	5	3,36	0,73	1	2	1,23	0,73	9	11	9,15	0,83	75	105	88,73	6,26
12	66,00	95,00	81,90	6,35	2	4	3,04	0,67	1	3	1,77	0,72	7	11	9,35	1,19	63	105	84,08	9,95
13	70,00	102,00	84,58	7,75	1	5	3,11	0,75	1	3	1,38	0,51	9	11	9,55	0,90	81	117	93,15	9,36
14	66,00	98,00	82,23	7,22	1	5	2,95	0,79	1	3	1,54	0,53	7	11	9,15	1,05	69	117	89,03	10,42
17	59,00	98,00	78,15	7,01	1	4	2,75	0,67	1	2	1,31	0,47	7	11	9,20	0,88	63	108	87,00	8,32
19	58,00	98,00	81,90	8,71	2	5	3,14	0,67	1	2	1,09	0,28	9	11	9,20	0,61	81	102	87,15	4,80
20	54,00	107,00	83,51	10,09	1	4	2,90	0,70	1	3	1,44	0,63	7	11	9,00	1,11	48	105	82,88	13,32
22	58,00	122,00	84,89	23,33	2	4	3,15	1,41	1	2	1,20	0,71	7	13	9,45	1,15	69	114	91,05	9,40
24	52,00	108,00	79,44	11,29	2	5	3,43	0,61	1	3	1,24	0,46	7	11	9,45	1,15	72	105	89,93	8,74
29	62,00	108,00	82,8	8,77	1	5	3,04	0,63	1	3	2,19	0,64	9	11	9,55	0,90	72	111	87,00	10,50
31	70,00	115,00	92,38	12,15	2	6	4,15	0,78	1	2	1,11	0,32	7	9	8,75	0,67	75	93	85,20	4,94
32	80,00	121,00	91,38	8,82	2	6	3,16	0,68	1	2	1,14	0,35	7	11	8,70	0,85	72	102	84,08	6,21
34	60,00	94,00	80,31	7,99	1	5	3,40	0,76	1	2	1,11	0,32	7	11	9,45	1,24	69	108	89,85	9,06
35	52,00	96,00	75,85	9,82	1	5	2,96	0,75	1	3	1,43	0,57	7	11	9,00	1,01	66	105	86,10	8,41
41	55,00	91,00	73,73	8,05	1	5	3,34	0,78	1	3	1,23	0,48	7	11	9,15	0,95	72	102	87,08	6,67
42	64,00	85,00	75,66	5,84	1	6	2,95	0,81	1	3	1,31	0,49	7	11	9,20	0,88	63	108	85,13	7,88
43	77,00	116,00	94,09	8,87	2	5	3,29	0,66	1	2	1,16	0,37	9	11	10,15	1,00	78	117	96,38	9,59
50	62,00	104,00	84,50	10,50	1	5	2,96	0,72	1	2	1,21	0,41	7	11	9,45	0,96	69	105	90,75	8,42
54	55,00	92,00	73,54	9,17	1	4	2,45	0,81	1	3	1,35	0,51	7	13	9,60	1,58	69	144	91,73	11,76
59	8,00	92,00	78,39	7,87	2	5	3,24	0,56	1	2	1,10	0,30	7	11	9,25	1,03	72	102	87,90	6,42

60	6,00	106,00	80,36	10,58	1	5	3,06	0,66	1	2	1,14	0,35	7	11	8,80	0,99	54	102	84,38	8,78
61	63,00	103,00	84,64	10,06	2	5	3,31	0,63	1	2	1,13	0,33	7	9	8,40	0,93	66	93	81,38	7,23
67	57,00	100,00	79,25	8,17	1	4	3,05	0,69	1	2	1,43	0,50	7	11	8,80	1,09	66	105	80,85	8,37
68	62,00	104,00	78,70	8,22	1	6	3,14	0,88	1	3	1,30	0,49	9	11	9,15	0,53	81	105	89,18	5,26
71	59,00	96,00	79,33	9,49	1	5	3,39	0,68	1	2	1,14	0,35	7	11	9,30	1,16	69	102	88,28	8,12
72	58,00	100,00	78,61	8,87	2	5	3,51	0,69	1	3	1,26	0,52	7	11	9,55	1,11	72	105	89,93	7,73
82	64,00	105,00	87,89	7,32	1	4	2,90	0,70	1	3	1,26	0,50	7	9	8,85	0,53	63	93	82,50	6,69
83	49,00	110,00	80,44	11,54	1	4	2,60	0,74	1	2	1,33	0,47	7	13	10,10	1,28	81	117	97,73	10,12
84	73,00	107,00	86,86	6,76	1	4	2,73	0,83	1	2	1,13	0,33	7	11	9,15	1,39	69	108	87,75	10,65
90	62,00	108,00	87,76	10,27	1	5	2,91	0,77	1	2	1,09	0,28	7	11	9,40	1,03	69	108	90,08	8,36
98	58,00	108,00	83,44	12,18	1	5	3,28	0,76	1	3	1,53	0,66	9	11	9,25	0,67	78	93	85,28	3,84
103	55,00	94,00	75,78	8,20	1	5	2,86	0,79	1	3	1,64	0,60	7	11	8,85	0,95	57	102	84,08	9,90
104	56,00	90,00	72,73	8,81	1	6	2,99	0,79	1	3	1,66	0,71	7	11	9,20	0,76	75	102	85,28	5,68
117	50,00	97,00	69,03	12,58	1	4	2,89	0,48	1	2	1,10	0,30	7	11	8,80	0,99	54	96	75,90	9,56

Tabela 9: Médias, desvio-padrão e valores máximos e mínimos das variáveis com dados de plantas individuais, Florianópolis, 2018/2019.

VAR.	COMP. DO COLMO				PERFILHAMENTO				RESISTÊNCIA AO DEGRANE				Nº RAM./PANÍCULA				Nº GRÃOS/PANÍCULA			
	MÍN	MÁX	MÉD	$\sigma$	MÍN	MÁX	MÉD	$\sigma$	MÍN	MÁX	MÉD	$\sigma$	MÍN	MÁX	MÉD	$\sigma$	MÍN	MÁX	MÉD	$\sigma$
7	90,00	126,00	113,11	8,19	2	5	3,36	0,66	1	3	1,80	0,66	7	11	9,00	1,11	69	87	80,48	4,75
10	62,00	92,00	78,85	9,57	2	6	3,88	1,04	1	2	1,16	0,37	7	11	8,75	1,30	57	102	79,05	11,40
12	71,00	104,00	84,71	7,61	1	4	2,14	0,65	1	2	1,16	0,37	7	9	8,50	0,88	54	90	76,35	8,51
13	86,00	115,00	98,28	6,43	2	4	3,11	0,53	1	3	1,38	0,54	7	11	9,50	1,18	66	105	89,33	8,61
14	77,00	110,00	96,76	6,27	2	4	2,85	0,58	1	2	1,08	0,27	7	11	9,75	1,08	78	108	92,03	9,05
17	82,00	109,00	95,80	7,13	2	5	3,24	0,82	1	2	1,15	0,36	7	11	8,90	1,19	75	105	85,50	8,88
19	70,00	110,00	86,36	7,04	2	5	3,29	0,72	1	2	1,13	0,33	7	11	8,90	1,19	54	105	81,45	11,48
20	80,00	123,00	97,46	10,71	2	5	3,44	0,69	1	2	1,13	0,33	7	11	8,95	0,71	72	96	85,88	5,59
22	72,00	111,00	88,45	7,69	1	6	3,26	0,79	1	2	1,13	0,33	7	9	8,60	0,81	66	87	79,58	5,43
24	70,00	128,00	102,08	14,84	2	4	2,90	0,52	1	3	1,36	0,51	7	11	8,95	1,32	69	105	84,98	10,13
29	80,00	102,00	90,35	4,37	1	6	3,36	0,80	1	3	1,36	0,56	7	11	9,30	0,97	66	105	84,60	8,46
31	91,00	124,00	104,96	7,16	2	5	3,03	0,66	1	2	1,51	0,50	7	11	9,60	1,03	78	105	90,45	8,03
32	89,00	135,00	110,85	9,35	1	4	2,54	0,57	1	2	1,21	0,41	9	11	9,60	0,93	81	105	91,05	8,08
34	71,00	110,00	91,50	8,21	2	6	3,45	0,69	1	2	1,25	0,44	7	11	8,90	0,78	66	99	81,45	6,98
35	70,00	103,00	87,80	10,68	2	3	2,73	0,55	1	2	1,15	0,36	7	11	9,20	1,09	54	115	84,85	9,71
41	74,00	110,00	89,93	8,25	1	4	2,81	0,55	1	3	1,34	0,59	7	9	8,60	0,78	66	93	80,03	6,97
42	75,00	98,00	86,93	5,96	2	4	3,18	0,47	1	2	1,08	0,27	7	11	9,25	0,81	75	102	87,75	6,07
43	83,00	108,00	97,04	6,15	1	5	2,86	0,67	1	2	1,18	0,38	7	11	8,95	1,06	63	93	81,15	7,71
50	79,00	123,00	102,75	8,38	2	5	2,91	0,56	1	2	1,23	0,42	7	11	9,50	0,99	75	105	89,48	7,98
54	74,00	106,00	86,65	8,28	1	4	2,85	0,55	1	2	1,39	0,49	7	11	9,85	1,10	72	105	93,38	8,46
59	75,00	102,00	86,14	5,77	1	5	3,20	0,85	1	2	1,28	0,45	7	11	8,60	0,93	63	96	78,75	7,12

60	78,00	114,00	94,45	10,83	1	5	2,94	0,68	1	2	1,28	0,45	7	11	9,45	1,06	69	105	89,25	8,00
61	88,00	114,00	102,95	7,78	2	5	3,46	0,65	1	2	1,25	0,44	7	11	9,00	0,78	78	102	86,40	6,59
67	82,00	107,00	96,10	4,97	2	4	2,96	0,46	1	2	1,10	0,30	7	11	9,35	1,10	69	105	88,28	9,19
68	78,00	118,00	98,66	10,18	2	5	3,81	0,71	1	3	1,39	0,61	7	11	9,15	1,14	66	99	81,45	6,57
71	73,00	100,00	86,19	5,88	2	5	3,10	0,65	1	2	1,48	0,50	7	11	8,25	1,08	57	102	72,15	9,46
72	76,00	112,00	93,91	8,45	2	4	3,01	0,46	1	2	1,21	0,41	7	11	8,65	1,00	66	90	78,68	6,24
82	78,00	124,00	106,25	12,94	1	5	3,01	0,68	1	2	1,16	0,37	7	11	9,90	1,19	72	105	94,05	8,55
83	80,00	110,00	95,14	14,53	1	6	3,20	1,13	1	2	1,08	0,29	7	11	9,30	1,07	66	108	88,50	9,01
84	84,00	119,00	100,89	7,78	2	5	3,70	0,58	1	2	1,31	0,47	7	11	9,20	0,62	66	102	88,65	4,72
90	89,00	124,00	106,80	7,17	2	5	2,75	0,65	1	3	1,43	0,59	7	11	9,40	1,03	69	108	86,78	9,10
98	68,00	108,00	90,73	9,63	2	4	3,06	0,49	1	3	1,46	0,55	7	11	9,30	1,07	69	105	86,85	9,06
103	72,00	115,00	98,16	8,58	2	4	3,04	0,40	1	2	1,19	0,39	7	9	8,80	0,61	57	90	84,53	7,74
104	78,00	122,00	100,43	10,78	2	5	3,19	0,48	1	3	1,39	0,61	7	11	8,95	1,15	69	105	84,90	9,66
117	75,00	116,00	97,04	9,78	1	5	2,73	0,76	1	3	1,44	0,69	7	11	9,05	0,71	69	93	81,45	5,79

Para comprimento de colmo, as diferenças entre os valores mínimos e máximos, por variedade, variaram de 21 a 64 cm, em Anchieta, e de 22 a 58 cm, em Florianópolis. As maiores amplitudes médias, com valores próximos ou superiores a 50 cm, foram detectadas para as variedades 20, 22, 24, 83 e 98.

Para perfilhamento, as diferenças entre os valores mínimos e máximos, por variedade, variaram de 2 a 5 perfilhos, em Anchieta, e de 1 a 5 perfilhos, em Florianópolis. Maiores amplitudes foram observadas para as variedades 10, 29, 34, 60 e 68.

Para número de ramificações por panícula, as diferenças entre os valores mínimos e máximos, por variedade, variaram de 2 a 6 ramificações, em Anchieta, e de 2 a 4 ramificações, em Florianópolis. Maiores amplitudes foram observadas para as variedades 14, 17, 20, 54 e 83. Finalmente, para número de grãos por panícula, as maiores amplitudes foram detectadas para as variedades 12, 20, 35, 54 e 60.

Tabela 10: Coeficientes de variação varietal das variáveis com dados de plantas individuais, Anchieta e Florianópolis, 2018/2019.

VAR.	CCO		PER		RED		RAM		GRA	
	ANC	FLN								
7	9,96	7,24	23,22	19,65	31,25	36,87	9,96	12,33	8,44	5,90
10	11,63	12,13	21,71	26,73	59,59	31,93	9,11	14,81	7,05	14,42
12	7,75	8,98	21,89	30,46	40,83	31,93	12,71	10,32	11,83	11,15
13	9,17	6,54	23,97	16,95	37,27	39,03	9,47	12,39	10,05	9,63
14	8,78	6,48	26,91	20,21	34,23	24,66	11,49	11,08	11,71	9,83
17	8,97	7,45	24,20	25,18	35,54	31,25	9,60	13,42	9,56	10,39
19	10,64	8,15	21,36	21,75	26,15	29,58	6,60	13,42	5,51	14,09
20	12,08	10,99	24,29	20,09	44,06	29,58	12,33	7,98	16,08	6,51
22	27,49	8,70	44,90	24,26	58,93	29,58	12,21	9,42	10,33	6,83
24	14,21	14,54	17,86	17,86	36,92	37,38	12,21	14,74	9,72	11,92
29	10,59	4,84	20,59	23,77	29,18	40,86	9,47	10,39	12,07	10,00
31	13,16	6,82	18,82	21,67	28,58	33,26	7,66	10,76	5,79	8,87
32	9,65	8,44	21,61	22,56	30,47	33,95	9,81	9,67	7,38	8,88
34	9,94	8,97	22,25	20,05	28,58	34,86	13,11	8,74	10,09	8,57
35	12,95	12,17	25,44	20,21	39,91	31,25	11,25	11,86	9,77	11,44
41	10,92	9,18	23,33	19,67	38,91	44,42	10,37	9,05	7,66	8,72
42	7,72	6,86	27,45	14,85	37,55	24,66	9,60	8,74	9,26	6,91
43	9,42	6,34	20,07	23,41	31,93	32,54	9,86	11,85	9,95	9,51
50	12,43	8,16	24,28	19,08	33,95	34,30	10,15	10,39	9,28	8,92

54	12,47	9,55	33,05	19,42	37,46	35,33	16,48	11,16	12,83	9,06
59	10,04	6,70	17,20	26,50	27,44	35,24	11,15	10,79	7,30	9,04
60	13,17	11,46	21,64	23,20	30,47	35,24	11,28	11,23	10,41	8,97
61	11,89	7,56	18,97	18,92	29,58	34,86	11,05	8,72	8,88	7,63
67	10,31	5,17	22,68	15,61	34,91	27,44	12,39	11,75	10,36	10,41
68	10,45	10,32	28,12	18,71	37,53	43,66	5,83	12,51	5,90	8,07
71	11,96	6,82	20,20	20,91	30,47	34,07	12,46	13,09	9,20	13,11
72	11,28	9,00	19,74	15,39	41,31	33,95	11,60	11,58	8,60	7,94
82	8,33	12,18	24,29	22,71	39,34	31,93	6,03	12,06	8,11	9,10
83	14,35	15,27	28,44	35,25	35,57	26,85	12,64	11,47	10,36	10,18
84	7,78	7,71	30,33	15,74	29,58	35,54	15,17	6,69	12,14	5,32
90	11,70	6,71	26,31	23,50	26,15	41,44	10,99	10,99	9,28	10,49
98	14,60	10,61	23,29	15,88	42,99	37,60	7,24	11,47	4,50	10,43
103	10,82	8,74	27,65	13,30	36,67	33,08	10,72	6,91	11,78	9,16
104	12,11	10,73	26,36	15,05	42,74	43,66	8,24	12,89	6,66	11,38
IPR 117	18,23	10,08	16,53	27,99	27,44	48,05	11,28	7,89	12,60	7,10

CCO – Comprimento do colmo; PER – Número de perfilhos; RED – Resistência ao degrane; RAM – Número de ramificações/panícula; GRA – Número de grãos/panícula

Ressalte-se que a variedade 20 apareceu com a maior variabilidade para comprimento de colmo, ramificações por panícula e grãos por panícula. A variedade 54, para número de ramificações e grãos por panícula, e a variedade 60, para perfilhamento e número de grãos.

Os coeficientes de variação varietal estão apresentados na tabela 10. A variedade 22 se destacou com maiores valores de CVv para comprimento do colmo e perfilhamento e a variedade 10 com maior CVv para resistência ao degrane. Para número de ramificações e grãos por panícula, as diferenças deste coeficiente não foram tão pronunciadas como nas demais variáveis. De maneira geral, as variedades com maiores CVv apresentaram este resultado para mais de uma variável, indicando a variabilidade dentro da variedade para mais de uma característica e uma condição de variabilidade dentro da variedade em si superior às demais.

## 7.5 CONCLUSÕES

Os dados gerados no presente estudo permitem e subsidiam o planejamento de programas de pré-melhoramento e posterior melhoramento genético das variedades para uso local dos agricultores mantenedores, incentivando indiretamente a conservação das variedades

e a eventual utilização das melhores variedades para produção e comercialização no mercado local.

Os parâmetros estatístico-genéticos estimados para todas as variáveis indicam a existência de suficiente variabilidade genética dentro e entre as variedades para justificar melhoramento por seleção de plantas individuais e posteriores testes de progênie, especialmente para comprimento do colmo, resistência ao degrane e todas as variáveis de rendimento industrial, que apresentaram maiores variâncias genotípicas, herdabilidades e índices de variação.

## 7.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R. W. & BRADSHAW, A. D. Implications of genotype-environment interaction in applied plant breeding. **Crop Science**, v. 4, n. 5, p. 503-508, 1964.

ALMEIDA SILVA, N. C.; VIDAL, R.; COSTA, F. M.; VAIO, M; OGLIARI, J. B. Presence of *Zea luxurians* (Durieu and Ascherson) bird in southern Brazil: implications for the conservation of wild relatives of maize. **PloS One**, San Francisco, v.10, n.10, p.e0139034, 2015.

BADAN, A. C. C. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos em duas populações de arroz de sequeiro e implicações para o melhoramento**. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Pós-Graduação em Agronomia, Piracicaba, SP, 1999.

BIOVERSITY INTERNATIONAL, IRRI E AFRICARICE. **Descritores para arroz silvestre e cultivado (*Oryza spp.*)**. Roma, 2011. 74 p.

BISNE, R., SARAWGI, A. K., VERULKAR, S. B. Study of heritability, genetic advance and variability for yield contributing characters in rice. Bangladesh **Journal of Agricultural Research** 34 (2): 175-179, 2009.

BORTOLI, J. R. G. **Caracterização agronômica de variedades locais de arroz sequeiro para produção de sementes no sistema orgânico**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Santa Catarina. Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, SC, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 6, de 16 e fevereiro de 2009. Aprova o regulamento técnico do arroz, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, Seção 1, p. 3, 17 fev. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 2, de 6 de fevereiro de 2012. Aprova o regulamento técnico do arroz, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, Seção 1, p. 3, 7 fev. 2012.

CANCI, A.; CANCI, I. J. Resgate, Uso e Produção de Sementes Crioulas de milho em Anchieta. In: BOEF, W. S.; THIJSSSEN M. H.; OGLIARI J. B.; STAPIT B. R. **Biodiversidade e agricultores: fortalecendo o manejo comunitário**. Porto Alegre: L&PM, p. 219-226, 2007.

CEPEA, **Metodologia do arroz em casca ESALQ/SENAR-RS**, 2015. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/metodologia/metodologia-do-arroz-em-casca-esalq-senar-rs.aspx>>. Acesso em maio de 2020.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Arroz – Análise mensal maio-junho**. 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuaria-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-arroz>>. Acesso em maio de 2020.

COSTA, F. M., SILVA, N. C. de A, OGLIARI, J. B. Maize diversity in southern Brazil: indication of microcenter of *Zea mays* L. **Genet Resour Crop Evol** 64:681–700, 2017.

CRUZ, C. D.; **Princípios de Genética Quantitativa**. Editora UFV, Viçosa-MG, 2005.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento Genético**. 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 382 p., 2006.

EMBRAPA. **Dados conjunturais da produção de arroz (*Oryza sativa* L.) no Brasil (1986 a 2018): área, produção e rendimento**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2019. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>>. Acesso em maio de 2020.

EPAGRI. **Avaliação de cultivares para o estado de Santa Catarina, safra 2017-2018**. 2017. Available at: < [http://docweb.epagri.sc.gov.br/website\\_epagri/BT/BT-176\\_Avaliacao-de-cultivares-2017-18.pdf](http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_epagri/BT/BT-176_Avaliacao-de-cultivares-2017-18.pdf)>. Acesso em maio de 2020.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 1987. 219p

FAO. **Faostat statistical database**. 2018. Disponível em <<http://www.fao.org/faostat/en>> Acesso em maio de 2020.

GONÇALVES, G. M. B., SOUZA, R., CARDOZO, A. M., LOHN, A. F., CANCI, A., GUADAGNIN, C. A., OGLIARI, J. B. Caracterização e avaliação de variedades de arroz de sequeiro conservados por agricultores do Oeste de Santa Catarina. **Revista Agropecuária Catarinense**. Florianópolis, v.26, n.1, p.63-69, 2013.

GRISP (Global Rice Science Partnership). **Rice almanac**, 4th edition. Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute. 2013

KHARE, R., SINGH, A. K. ERAM, S. SINGH, P. K. Genetic variability, association and diversity analysis in upland rice (*Oryza sativa* L.). **SAARC Journal of Agriculture**, 12(2): 40-51, 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - **Censo 2006**. 2006. Disponível em: <<http://www.censo2006.ibge.gov.br>. > . Acesso em maio de 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - **Censo 2010**. 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>. > . Acesso em maio de 2020.

MAGHELLY, O. R. **Potencial genético de variedades locais de arroz de sequeiro do oeste catarinense**. 2020. 92 p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MAGHELLY, O. R.; BERNARDI OGLIARI, J.; DE SOUZA, R.; REICHERT JÚNIOR, F. W.; PINTO, T. T. Componentes de rendimento industrial de variedades locais de arroz de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, p. e65085, 2020.

MANDEL, J. R., DECHAINED, J. M., MAREK, L. F., BURKE, J. M. Genetic diversity and population structure in cultivated sunflower and a comparison to its wild progenitor, *Helianthus annuus* L. **Theory Applied Genetetics** 123(5):693–704, 2011.

MORAIS, O. P., SILVA, J. C., CRUZ, C. D., REGAZZI, A. J., NEVES, P. C. F. Estimação dos parâmetros genéticos da população de arroz irrigado CNA-IRAT 41013. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.4, p.421-433, 1997.

MORAIS JUNIOR, O. P.; MELO, P. G. S.; MORAIS, O. P., COLOMBARI FILHO, J. M. Variabilidade genética durante quatro ciclos de seleção recorrente em arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol.52, n.11, 2017.

OGLIARI, J.B. ALVES, A.C. Manejo e uso de variedades de milho como estratégia de conservação em Anchieta. In: BOEF, W. S.; THIJSSSEN, M. H.; OGLIARI, J. B.; STHAPIT, B. (Eds.) **Biodiversidade e Agricultores**: Fortalecendo o manejo comunitário. Porto Alegre: L&PM, 2007. p. 226-234.

OGLIARI J.B.; KIST, V.; CANCI, A. The participatory genetic enhancement of a local maize variety in Brazil. In: de BOEF W.S.; SUBEDI, A.; PERONI, N.; THIJSSSEN, M.; O'KEEFFE, E. (ed). **Community biodiversity management, promoting resilience and the conservation of plant genetic resources**. Routledge, Oxon, ed. 1. 2013. p. 265-271

OSÓRIO, G. T. **Diversidade de espécies e variedades crioulas no oeste catarinense: um estudo de caso a partir de alface e radice em Anchieta e Guaraciaba**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis, SC, 2015.

PATINDOL, J.; WANG, Y. J. Fine structures and physicochemical properties of starches from chalky and translucent rice kernels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 51, n. 9, p. 2777-2784, 2003.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 13.ed. Piracicaba: Editora Nobel, 1990.

PINTO, T. T. **A cultura do arroz de sequeiro no Extremo Oeste de Santa Catarina: diversidade, conhecimentos associados e riscos de erosão genética de variedades locais conservadas pela agricultura familiar**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis, SC, 2017.

PINTO, T. T., OGLIARI, J. B., MAGHELLY, O. R. Phenotypic characterization of dryland rice (*Oryza sativa* L.) germplasm conserved in situ (on farm) in a crop-diversity microcenter in southern Brazil. **Genetic resources and crop evolution** 66 (2), 2019.

PUSADEE, T., JAMJOD, S., CHIANG, Y. C., RERKASEM, B., SCHAAL, B. A. Genetic structure and isolation by distance in a landrace of Thai rice. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 106:13880–13885, 2009.

REICHERT JR. F. W.; SOUZA, R.; PINTO, T. T.; MAGHELLY, O.; SELEDES, R. M.; AVILA, L. N. V.; OGLIARI, J. B. Diversity of Crops Conserved by Family Farmers in the Extreme West of Santa Catarina, Southern Brazil. In: MOSSI, A. J.; PETRY, C.; REICHERT JR, F. W. (Eds.) **Agroecology insights, experiences and perspectives**. 1 ed. Nova Publishers, Nova York, p. 141-161, 2020.

SEARLE, S. R.; CASELLA, G.; MCCULLOCH, C. E. **Variance components**. New York: Jonh Wiley & Sons, 1992.

SOUZA, R.; PINTO, T. T.; OGLIARI, J. B. Analysis of on farm conservation of sweet corn in a diversity microcenter of *Zea mays* L. in Southern Brazil. **Maydica**, v. 65, n. 1. M 9. 2020.

SINGH, S. K., SINGH, C. M., LAL, G. M. Assesmente of genetic variability for yield and its componente characters in rice (*Oryza sativa* L.). **Plant Biology**, 1(4): 73-76, 2011.

VENCOVSKY, R. Genética quantitativa. In: KERR, W.E. (Org.). **Melhoramento e genética**. São Paulo: Melhoramento, p.17-38. 1969

## **8 CAPÍTULO IV - TOLERÂNCIA A SECA DE VARIEDADES LOCAIS DE ARROZ DE SEQUEIRO DO EXTREMO OESTE DE SANTA CATARINA**

Capítulo formatado em forma de artigo submetido ao periódico “Agrociencia – Mexico” no mês de novembro de 2020.

### **8.1 RESUMO**

A seca é o principal fator de estresse abiótico no arroz de sequeiro, responsável por perdas consideráveis na produtividade e prejuízos à qualidade dos grãos, além de erosão genética com perda de variedades locais nos casos extremos. A utilização de índices na estimativa da tolerância à seca em grãos vem ganhando importância por suas vantagens na operacionalização dos testes de comparação entre genótipos e sua efetividade na diferenciação das respostas ao

estresse. Entre as diversas variedades locais de arroz de sequeiro conservadas por agricultores familiares no oeste de Santa Catarina, espera-se que existam respostas diferentes em relação à tolerância à seca. A identificação destas respostas diferenciais ganha importância no contexto da conservação da agrobiodiversidade, no melhoramento genético e como alternativa aos efeitos das mudanças climáticas. O objetivo do presente trabalho foi avaliar 34 variedades locais de arroz de sequeiro provenientes do oeste de Santa Catarina quanto à tolerância a seca. Para tanto, foi utilizada um índice obtido a partir de áreas secas de folhas, a metodologia DTD (Drought Tolerance Degree). Quinze variedades apresentaram maior resistência que as demais quando submetidas a nível de restrição hídrica severa de 10%. Já ao estresse moderado (20%), seis variedades apresentaram maior resistência que as demais, sendo que três delas se posicionaram entre as mais resistentes nos dois níveis de estresse aplicados.

Palavras-chave: arroz de sequeiro, tolerância à seca, mudanças climáticas.

## 8.2 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento, produtividade e qualidade industrial do arroz de sequeiro são fortemente afetados por estresses bióticos e abióticos (Zu et al., 2017). O arroz é considerado uma das culturas agrícolas mais susceptíveis ao estresse hídrico por causa do seu sistema radicular pequeno, sua fina camada de cera cuticular e o rápido fechamento estomático (Ji et al., 2012). Os períodos críticos de sensibilidade são os períodos iniciais de emergência e estabelecimento das plântulas e as fases de pré-floração e enchimento de grãos (Adhikari et al., 2019). O estresse hídrico é o mais danoso e generalizado de todos os estresses ambientais, ocorrendo nos diferentes continentes e afetando mais de 23 milhões de hectares somente na Ásia, com perdas de produtividade superiores a 40% (Adhikari et al. 2019, IRRI, 2019). Stone et al (1986) reportaram perdas de até 87% na produtividade com oito dias de estresse hídrico induzido em variedade de arroz de sequeiro, no início da emissão das panículas.

No oeste de Santa Catarina, agricultores familiares vêm conservando variedades locais de arroz de sequeiro há várias décadas, voltadas principalmente para o autoconsumo das famílias (Pinto et al., 2019). A equipe do Núcleo de estudos em Agrobiodiversidade da Universidade Federal de Santa Catarina (NEABio/UFSC) coletou, na região, 112 populações de arroz de sequeiro de diferentes grupos morfológicos, em relação ao formato e cor dos grãos,

enquadrados nos subgrupos japônica, indica e outro constituído por uma combinação de características dos dois subgrupos da espécie (Pinto et al., 2019). A conservação *on farm* destas variedades cumpre um importante papel na segurança alimentar e na manutenção das tradições culinárias das comunidades, além da conservação da diversidade genética da espécie e eventual utilização como fonte de genes e características para futuros programas de melhoramento genético.

A seca é o principal fator abiótico que impacta a produção e a conservação das variedades locais de arroz de sequeiro. A seca se configura como o principal motivo associado à perda de sementes de arroz de sequeiro na região, sendo um importante fator no processo de erosão genética deste recurso (Pinto et al., 2019). Num período de 34 anos, de 1979 a 2013, alguns municípios da região já decretaram quinze vezes “situação de emergência”, devido às estiagens (Marchesan & Comassetto, 2019). Segundo Freitas e Oliveira (2018), tem ocorrido uma maior concentração e recorrência das estiagens longas nos primeiros meses do ano, o que coincide com os períodos críticos de sensibilidade das plantas de arroz ao estresse hídrico (fases de pré-floração e enchimento de grãos).

Entre os impactos previstos das mudanças climáticas globais para as próximas décadas, está a mudança nos regimes hídricos, resultando em alterações nos índices pluviométricos locais e eventos de secas ou inundações mais frequentes (Shanker et al., 2014). Outros efeitos apontados nos cenários de mudança climática são os aumentos sazonais de temperatura, associados a redução de precipitação e o crescimento da frequência, intensidade e duração de ondas de calor (Lana et al. 2017). No Brasil, há expectativa que a temperatura aumente em todos os biomas e que as precipitações pluviométricas diminuam, com exceção dos Pampas e da Mata Atlântica (Gondim et al., 2017). Segundo o relatório do Intergovernmental Panel on Climate Center (2013), a elevação da temperatura média em 1°C já pode causar impacto negativo no cultivo de arroz em áreas tropicais. Neste sentido, torna-se imperativo a avaliação da resposta diferencial das populações e variedades de arroz de sequeiro a situações de déficit hídrico, tanto como alternativas para recomendações de cultivo aos agricultores familiares e estratégias associadas para a conservação da agrobiodiversidade, quanto para o melhoramento genético.

O mecanismo de tolerância ao estresse hídrico é complexo, influenciado por variações na fenologia das plantas e controlado por diversos loci quantitativos (Sahebi et al., 2018).

Diversos métodos têm sido utilizados para avaliar a tolerância à seca das culturas agrícolas, relacionados principalmente à germinação de sementes, produtividade e taxa de sobrevivência. Contudo, esses caracteres são de formação complexa e influenciados por muitas variáveis (Xiao et al., 2009). Métodos fisiológicos, baseados na acumulação de ácido abscísico, avaliação do potencial de água, conteúdos de prolina, malonaldeído e clorofila estimam o dano provocado nas folhas sob estresse hídrico e constituem-se num método indireto de estimativa (Dingkuhn et al., 1989, Blum, 2016).

Para Zu et al. (2017), o desenvolvimento de variedades melhoradas de arroz de sequeiro para tolerância ao estresse hídrico depende de, pelo menos, dois aspectos, começando pela identificação de acessos altamente tolerantes a este estresse, por meio de um método de avaliação rápido, eficiente e capaz de diferenciar rapidamente o resultado dos cruzamentos, até concluir o processo de seleção de materiais superiores.

Ouk et al. (2006) reconheceram que a dificuldade na identificação de materiais tolerantes à seca é um dos principais desafios no melhoramento genético de arroz e adaptaram um índice baseado na perda comparativa de produtividade em condição de seca, o DRI-Drought Response Index. Contudo, apesar das altas correlações obtidas, o método utilizado por estes autores seria específico para uma variedade ou grupo de variedades aparentadas e teria ainda a desvantagem para a experimentação, em razão da necessidade de conduzir muitas populações até o final do ciclo.

A utilização de índices de tolerância à seca no melhoramento genético de grãos, em substituição às análises diferenciais de componentes de rendimento e parâmetros fisiológicos de resposta, têm ganhado importância nos últimos anos pela possibilidade de testar um grande número de genótipos em períodos menores de tempo e com menores exigências de equipamentos e protocolos complexos (Eyd & Sabry, 2019; Sabagh et al., 2018). Diferentes autores, trabalhando com a avaliação de índices de tolerância ao estresse e ao estresse hídrico em genótipos de arroz, concluíram que os índices são efetivos e úteis na identificação dos genótipos superiores quanto à tolerância a seca (Kumar et al., 2014; Adhikari et al., 2019; Garg & Bhattacharya, 2017, Zu et al., 2017). Zu et al. (2017), trabalhando com 30 variedades de arroz, submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico, propuseram a utilização do índice Drought Tolerance Degree (DTD), baseado nos comprimentos de folhas secas e com danos severos das três folhas superiores da planta de arroz, no início do ciclo da cultura. Esse método

mostrou-se de fácil e rápida mensuração, além de ser estreita e significativamente correlacionado com caracteres fisiológicos relacionados às respostas ao estresse hídrico, em fases avançadas do ciclo do arroz, como o potencial de água nas folhas, o conteúdo de prolina (substância importante no equilíbrio osmótico das células vegetais), clorofila e malonaldeído (atua como indicador da oxidação e ocorrência de danos nas membranas lipídicas). No trabalho de Zu et al. (2017), o DTD também apresentou elevados coeficientes de correlação de Pearson com os componentes de rendimento de final de ciclo, como taxa de sobrevivência ( $r=0.9848$ ), número de panículas por planta ( $r=0.8953$ ), número de espiguetas férteis por panícula ( $r=0.9714$ ) e produtividade por planta ( $r=0.9487$ ). Com base nesta metodologia, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o grau de tolerância a seca de variedades de arroz de sequeiro conservadas no extremo oeste de Santa Catarina, a fim de estabelecer um ranking de variedades quanto a esse tipo de estresse.

### 8.3 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado em estufa agrícola localizada na Fazenda Experimental da Ressacada da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), nos meses de outubro e novembro de 2019.

A Fazenda Experimental da Ressacada encontra-se localizada em Florianópolis, nas coordenadas geográficas 27° 41' 06.28" S; 48°32' 38.81" O. Segundo a classificação climática de Köppen, a Fazenda situa-se numa sub-região de clima sub-tropical constantemente úmido, sem estação seca, com verão quente. A média anual da umidade relativa do ar varia em torno de 82%, com insolação total anual de 2021 a 2166 horas e temperatura média de 20,1° C.

As variedades locais de arroz de sequeiro foram coletadas entre os anos de 2012 a 2014 pela equipe do Núcleo de estudos em Agrobiodiversidade da UFSC (NEABio/UFSC), junto a agricultores familiares dos municípios de Anchieta e Guaraciaba, localizados no extremo oeste de Santa Catarina.

A escolha das 34 variedades para inclusão no experimento foi baseada na dissimilaridade morfológica e fenológica das populações avaliadas no estudo de Pinto et al. (2019). Foram selecionadas 34 variedades, que representam com precisão superior a 95%, a

diversidade genética das variedades para as características número de perfilhos, espessura do colmo e comprimento das panículas.

A testemunha utilizada foi o IPR117 do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR/PR), única variedade de sequeiro com produção comercial de sementes e recomendação de cultivo para o sul do Brasil.

Para a avaliação de tolerância a seca, foram utilizados dois níveis de estresses hídricos, a saber: 10% (estresse severo) e 20% (estresse moderado) de água na solução do solo e o tratamento controle com 50% (sem estresse) de água na solução do solo, considerada uma saturação normal. O experimento foi conduzido em condições de cultivo protegido, no delineamento experimental de blocos completos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas, tendo como parcelas principais os níveis de estresses e, como subparcelas, as variedades de arroz de sequeiro. Cada unidade experimental foi composta de uma bandeja de 30 células, com volume de 0,126 litros cada.

O substrato utilizado foi composto por 80% de neossolo quartzarênico do horizonte A e 20% de cama de aviário.

Após a semeadura, as variedades foram mantidas durante 30 dias em sistema de floating, com a saturação de água na solução do solo próxima a 50%. Durante este período, as plantas se desenvolveram até o estágio vegetativo médio entre V6 e V7, segundo estádios descrito por Counce et al. (2000).

No 31º dia, iniciaram-se os tratamentos de estresse hídrico, com 10%, 20% e 50% de água na solução do solo. O sistema de floating foi drenado e a totalidade de água ingressante no sistema foi feita através de regas controladas.

Foram realizadas leituras da volumetria de água na solução do solo três vezes ao dia (8h, 12 h e 16 h), com um higrômetro de solo instantâneo marca Icel e realizada reposição do volume necessário de água para a manutenção dos percentuais hídricos dos tratamentos. Nos mesmos horários, foram coletados dados de temperatura (°C), umidade relativa do ar (%) e radiação solar (LUX) dentro da estufa, com a utilização de um medidor eletrônico, marca Hikari, modelo Htm-401. O estresse foi aplicado do 31º ao 42º dia após a semeadura, totalizando 12 dias. No 43º dia, o sistema de floating foi novamente abastecido e todas as unidades experimentais ficaram durante três dias com saturação de água no solo próximo a

50%, a fim de diferenciar murcha temporária de danos permanentes. A coleta de dados se deu no 46º e 47º dia, após a semeadura.

Foram medidos o comprimento de folha verde e seca, com danos severos, das três folhas superiores, totalmente diferenciadas, de cada planta (Figura 1).

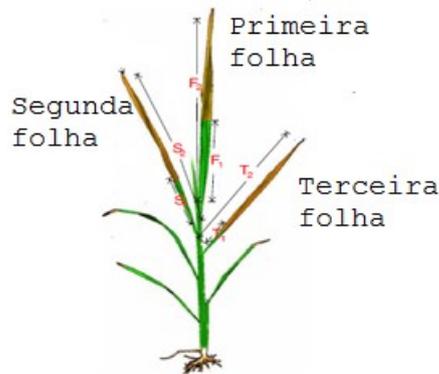


Figura 1: Desenho esquemático das medidas de comprimento de folhas coletadas após período de estresse induzido. Fonte: Adaptado de Zu et al. (2017)

O índice Drought Tolerance Degree (DTD, proposto por Zu et al. (2017), foi utilizado para diferenciar as variedades locais com relação à tolerância a seca. Para a realização do cálculo do DTD, foi gerado um dado desta proporção por planta, através da seguinte fórmula:  $X_j = 1/n \sum_{i=1}^n ((F_1/F_2 + S_1/S_2 + T_1/T_2) / 3)$ , onde:  $F_1$  = comprimento da parcela verde primeira folha, em cm;  $F_2$  = comprimento total da primeira folha, em cm;  $S_1$  = comprimento da parcela verde segunda folha, em cm;  $S_2$  = comprimento total da segunda folha, em cm;  $T_1$  = comprimento da parcela verde terceira folha, em cm;  $T_2$  = comprimento total da terceira folha, de cada planta, em cm.

Após o cálculo do  $X_j$  individual por planta, foi calculada a média de cada unidade experimental (30 plantas) e obtido o índice DTD, a partir da seguinte fórmula:  $DTD = (X_I + X_{II} + X_{III}) / 3$ , onde  $X_I$ ,  $X_{II}$ ,  $X_{III}$  referem-se às repetições (Zu et al. 2017).

Foram realizadas as análises prévias de homocedasticidade e, após comprovados os atendimentos dos pressupostos, foi efetuada a análise de variância para a variável DTD. Diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre variedades (V), níveis de estresse (E) e interação V x E pelo teste F foram seguidas pelo teste de Scott-Knot ao mesmo nível de significância.

Todas as análises estatísticas foram feitas com o aplicativo computacional SISVAR (Ferreira, 2019).

#### 8.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o período de estresse hídrico induzido, a temperatura no interior da estufa variou de 24,8 a 44,2 ° C, com média de 33 ° C. A umidade relativa esteve entre 39,8 e 77,2%, com média de 52%, e a radiação solar entre 7.200 e 21.000 LUX, com média de 13.832 LUX (tabela 1).

A ocorrência de temperaturas elevadas com a consequente redução da umidade relativa do ar no interior da estufa pode ter antecipado e potencializado os efeitos fisiológicos e a expressão das respostas à seca. Após 12 dias de restrição hídrica, todas as unidades experimentais dos tratamentos submetidos a 10 e 20% de estresse hídrico apresentaram sinais evidentes de estresse e plantas com partes ou totalidade das folhas secas e com danos severos.

Tabela 1: Dados climatológicos obtidos durante o período de estresse hídrico induzido, a partir de equipamentos eletrônicos de leitura instantânea.

DAS <sup>1</sup>	TEMPERATURA (° C)			UMIDADE RELATIVA (%)			RADIÇÃO SOLAR (LUX)		
	08:00	12:00	16:00	08:00	12:00	16:00	08:00	12:00	16:00
31	26,9	33,1	28,9	64,0	65,0	60,1	7200	12300	9800
32	31,0	41,0	34,9	50,0	61,2	57,4	11000	13000	10100
33	30,0	39,7	35,4	49,6	47,0	45,0	10500	14700	11200
34	28,2	36,6	33,1	48,3	46,5	42,0	9800	16000	13000
35	32,0	33,9	37,4	49,1	62,0	55,4	15470	18490	16385
36	25,3	27,8	25,4	65,1	77,2	68,7	6980	12000	15400
37	24,8	27,5	26,0	62,8	72,5	66,0	7830	13400	14720
38	27,2	34,0	33,3	54,0	37,3	39,6	14400	21000	17660
39	31,4	42,5	34,8	49,3	36,5	40,2	13200	20600	16200
40	30,8	44,2	36,1	48,5	37,8	42,8	14000	20100	15700
41	26,5	31,0	29,3	49,0	48,3	46,0	11600	13000	14200
42	32,1	38,5	36,2	48,6	39,8	48,9	12700	17800	16500

<sup>1</sup>DAS: Dias após a semeadura.

Os valores do índice DTD calculado para as variedades, nos diferentes níveis de estresse, variaram de 0,4000 a 0,9972. Em média, as variedades submetidas aos 10 e 20% de estresse apresentaram diferenças significativas para DTD, em relação ao tratamento controle (tabela 2).

Tabela 2: DTD de variedades locais de arroz de sequeiro após período de estresse hídrico induzido.

VARIEDADES	NÍVEIS DE ÁGUA SATURAÇÃO DO SOLO			MÉDIAS
	10%	20%	50%	
7	0,6525 aB	0,6690 bB	0,9736 aA	0,7660 a
10	0,4691 bC	0,6931 bB	0,9681 aA	0,6912 b
12	0,6661 aB	0,6711 bB	0,9641 aA	0,8038 a
13	0,5312 bB	0,7034 bB	0,9712 aA	0,7353 a
14	0,6114 aB	0,6682 bB	0,9575 aA	0,7235 a
17	0,5928 bB	0,6502 bB	0,9736 aA	0,7388 a
19	0,7379 aB	0,7280 bB	0,9695 aA	0,8118 a
20	0,5428 bB	0,6128 bB	0,9575 aA	0,6821 b
22	0,4680 bC	0,6365 bB	0,9667 aA	0,6216 b
24	0,5277 bB	0,6840 bB	0,9703 aA	0,7113 b
29	0,7136 aB	0,6988 bB	0,9781 aA	0,7565 a
31	0,6246 aB	0,6748 bB	0,9636 aA	0,7468 a
32	0,7112 aB	0,6217 bB	0,9693 aA	0,7789 a
34	0,6840 aB	0,7368 bB	0,9570 aA	0,8112 a
35	0,6683 aB	0,6103 bB	0,9804 aA	0,7653 a
41	0,4000 bC	0,6794 bB	0,9620 aA	0,6454 b
42	0,5708 bB	0,6900 bB	0,9794 aA	0,6899 b
43	0,6333 aB	0,7044 bB	0,9612 aA	0,7603 a
50	0,6505 aB	0,6912 bB	0,9791 aA	0,8123 a
54	0,4448 bB	0,5891 bB	0,9760 aA	0,6828 b
59	0,5505 bB	0,5354 bB	0,9854 aA	0,7451 a
60	0,6115 bB	0,6496 bB	0,9509 aA	0,6319 b
61	0,6449 aB	0,8268 aA	0,9656 aA	0,7743 a
67	0,6222 aB	0,6809 bB	0,9605 aA	0,8527 a
68	0,5358 bB	0,6935 bB	0,9677 aA	0,6541 b
71	0,7283 aB	0,7326 aB	0,9713 aA	0,8285 a
72	0,5034 bB	0,6882 bB	0,9555 aA	0,7587 a

82	0,6825 aB	0,7357 aB	0,9855 aA	0,7531 a
83	0,5194 bB	0,7156 bB	0,9424 aA	0,7193 b
84	0,5316 bB	0,7584 aB	0,9437 aA	0,7711 a
90	0,5133 bC	0,7559 aB	0,9679 aA	0,6752 b
98	0,4555 bC	0,5004 bB	0,9494 aA	0,6315 b
103	0,5619 bB	0,7412 aB	0,9750 aA	0,7705 a
104	0,6048 bB	0,6620 bB	0,9508 aA	0,7391 a
IPR117	0,4320 bC	0,5997 bB	0,9972 aA	0,6762 b
MÉDIAS	0,5660 b	0,6712 b	0,9671 a	0,7347
CV(%)1 (resíduo a)	13,36			
CV(%)2 (resíduo b)	16,19			
PROB TESTE F				
ESTRESSE	0,0129 **			
PROB TESTE F				
VARIEDADES	0,0002 **			
PROB TESTE F				
INTERAÇÃO	0,3139 **			

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knot ao nível de 0,05 de significância

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knot ao nível de 0,05 de significância

\*\* - teste F significativo a  $p < 0.01$

Quanto à resposta das variedades ao estresse mais severo (10%), quinze variedades apresentaram maior resistência que as demais, quando submetidas a este nível de restrição hídrica (7, 12, 14, 19, 29, 31, 32, 34, 35, 43, 50, 61, 67, 71 e 82). Já ao estresse moderado (20%), seis variedades (61, 71, 82, 84, 90 e 103) apresentaram maior resistência do que as demais. Ressalte-se que as variedades 61, 71 e 82 se posicionaram entre as mais resistentes nos dois níveis de estresse aplicados.

Segundo Zu et al. (2017), quanto mais próximo de 1,0 o valor do índice DTD, menor será as partes das folhas secas e com danos severos e maior será a tolerância da planta ao estresse hídrico. No trabalho destes autores, variedades com DTD entre 0,65 e 0,78

apresentaram uma redução de cerca de 57% na produtividade por planta, enquanto variedades com DTD próximos a 0,40 apresentaram 68% de redução produtividade por planta.

Comparando a relação do DTD com os dados de redução de produtividade obtidos por Zu et al. (2017), as variedades posicionadas nos grupos superiores de médias no presente trabalho, para os tratamentos 10 e 20%, apresentariam potencial teórico para manter pouco menos de metade de sua capacidade produtiva, mesmo após submetidas a condições de estresse semelhantes àquelas aplicadas no experimento.

Informações apontadas pelos agricultores dos municípios de origem das sementes, classificaram 80% da totalidade das variedades locais como susceptíveis à seca extrema, durante o diagnóstico da diversidade do arroz de sequeiro realizado por Pinto (2017). Nove variedades ou 26% das variedades utilizadas no presente estudo haviam sido apontadas pelo agricultor mantenedor das sementes como resistentes à seca (10, 13, 22, 31, 34, 59, 83, 98 e 103) por ocasião da coleta das sementes. Destas, apenas as variedades 31 e 34 se posicionaram de fato entre as mais tolerantes à seca.

O balanço hídrico é um dos principais fatores que afetam o crescimento e desenvolvimento das plantas. A diminuição no potencial osmótico externo causa uma acumulação de solutos nas células e diminui a capacidade da manutenção da pressão de turgescência (Navarro et al., 2003). Algumas das respostas fisiológicas comuns ao estresse hídrico em arroz são a redução da atividade fotossintética, acumulação de ácidos orgânicos e mudanças no metabolismo dos carboidratos. Estresses hídricos aumentam ainda a formação de espécies reativas de oxigênio, resultando em peroxidação lipídica, desnaturação de proteínas e danos aos ácidos nucleicos (Hansen et al., 2006).

Frente a estas respostas fisiológicas, estresses hídricos severos ou prolongados têm potencial para causar importantes danos no metabolismo global das plantas de arroz.

O método proposto por Zu et al. (2017) permite a obtenção dos dados nos primeiros 45-60 dias de cultivo, não exigindo a condução das populações ou variedades até o final do ciclo. Esse procedimento de avaliação do potencial dos genótipos ao estresse hídrico se configura numa vantagem para a pesquisa e experimentação, especialmente nas etapas iniciais de um programa de melhoramento genético, em que são avaliados um elevado número de genótipos.

Para melhor utilização e aplicação dos dados de ordenamento da tolerância à seca estabelecidos neste trabalho para as variedades locais do oeste de Santa Catarina, faz-se necessário novos estudos sobre as condições reais dos solos nos municípios de origem das sementes, especialmente das saturações de água prevalentes, nos principais locais de cultivo, durante os períodos de estiagem. Com esses dados, aliados às informações fenológicas obtidas por Pinto (2017), será possível estabelecer recomendações fidedignas de épocas de plantio e zoneamentos edafoclimáticos, apontando para os agricultores as melhores épocas de cultivo e os riscos associados a cada grupo de variedades e cada época, visando, sob última análise, evitar a perda total das variedades, em função da seca e a consequente erosão genética.

## 8.5 CONCLUSÕES

As variedades locais possuem respostas diferenciais quanto a tolerância à seca.

O ranking estabelecido contribui como um fator de decisão adicional a agricultores que pretendam iniciar o cultivo de arroz de sequeiro na região e não disponham de sementes conservadas no núcleo familiar.

As quinze variedades posicionadas no grupo superior de médias do *Drought tolerance degree* (DTD) para o tratamento de estresse severo e as seis variedades posicionadas no grupo superior de médias de DTD para o tratamento de estresse moderado podem ser utilizadas como parentais em programas de melhoramento genético participativo ou institucional para resistência ao estresse hídrico num cenário de mudanças climáticas, especialmente as variedades 61, 71 e 82, que se posicionaram entre as mais resistentes nos dois níveis de estresse aplicados.

## 8.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADHIKARI, M.; ADHIKARI, N.R.; SHARMA, S.; GAIRHE, J.; BHANDARI, R. R. AND PAUDEL, S. Evaluation of Drought Tolerant Rice Cultivars Using Drought Tolerant Indices under Water Stress and Irrigated Condition. **American Journal of Climate Change**, n. 8,228-236, 2019.

BLUM, A., Osmotic adjustment is a prime drought stress adaptive engine in support of plant production, **Plant Cell Environment**. n. 40 4–10, 2016.

COUNCE, P.A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, v.40, n.2, p.436-443, 2000.

DINGKUHN, M.; DE, D.S.; DORFFLING, K.; JAVELLANA, C.; DATTA, S. Varietal differences in leaf water potential, leaf net CO<sub>2</sub> assimilation, conductivity, and water use efficiency in upland rice, **Australian Journal of Agriculture Research**. n. 40 1183–1192, 1989.

EID, M. & SABRY, S. Assessment of Variability for Drought Tolerance Indices in Some Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes, **Egyptian Journal of Agronomy**, n. 41(2), pp. 79-91, 2019.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de Biometria**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FREITAS, M. J. C. C.; OLIVEIRA, F. H. DE (orgs.). **Estiagem no Oeste Catarinense: diagnóstico e resiliência (Relatório Técnico-científico)**. Florianópolis: EDUNI, 2018.

Disponível em: <[http://www.defesacivil.sc.gov.br/images/ESTIAGEM\\_NO\\_OESTE\\_miolo\\_180417.pdf](http://www.defesacivil.sc.gov.br/images/ESTIAGEM_NO_OESTE_miolo_180417.pdf)>. Acesso em: abril de 2020.

GARG, H.S. & BHATTACHARYA, C. Drought tolerance indices for screening some of rice genotypes. **IJABR**, VOL.7 (4) 671-674, 2017.

GONDIM, R. S.; FIGUEIREDO, M. C. B. DE; MAIA, A. DE H. N.; BEZERRA, M. A.; CARVALHO, C. A. C. DE. **Mudanças climáticas e agricultura**. EMBRAPA. 263 p, 2017.

HANSEN J. M.; GO, Y. M.; JONES, D. P. Nuclear and mitochondrial compartmentation of oxidative stress and redox signaling. **Annual Review Pharmacology Toxicology**. n. 46:215–34. 2006.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2013: the physical science basis**. Cambridge University Press. Disponível em: <<http://climatechange2013.org>>. Acesso em abril de 2020.

IRRI. **Climate Change – Ready Rice**, Disponível em: <<https://www.irri.org/climate-change-ready-rice>>. Acesso em abril 2020.

JI, K.; WANG, Y.; SUN, W. Drought-responsive mechanisms in rice genotypes with contrasting drought tolerance during reproductive stage, **Journal of Plant Physiology**, vol. 169, no. 4, pp. 336–344, 2012.

KUMAR; SANTOSH & DWIVEDI; SANJAI & SINGH; S. & JHA; SHAIENDRA & SATHEE; LEKSHMY & RAJAMANICKAM; ELANCHEZHIAN & SINGH; O. & BHATT;

BHAGWATI. Identification of drought tolerant Rice genotypes by analysing drought tolerance indices and morpho-physiological traits. **SABRAO Journal Breeding Genetics**. n. 46. 217-230, 2014.

LANA, M.A.; EULENSTEIN, F.; SCHLINDWEIN, S.L. Yield stability and lower susceptibility to abiotic stresses of improved open-pollinated and hybrid maize cultivars. **Agronomy Sustainable Development**. n. 37, 30, 2017.

MARCHESAN, J. & COMASSETTO, V. Água e desenvolvimento regional: o caso da mesorregião oeste de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos**. V.5, n.1, p.19-38., 2019.

NAVARRO, J. M.; GARRIDO, C.; MARTÍNEZ, V.; CARVAJAL, M. Water relations and xylem transport of nutrients in pepper plants grown under two different salts stress regimes. **Plant Growth Regulations**. V. 41:237–45. 2003.

OUK, M.; BASNAYAKE, J.; TSUBO, M.; FUKAI, S.; FISCHER, K. S.; COOPER, M., & NESBITT, H. Use of drought response index for identification of drought tolerant genotypes in rainfed lowland rice. **Field Crops Research**, n.99(1), 48–58, 2006.

PINTO, T.T. **A cultura do arroz de sequeiro no Extremo Oeste de Santa Catarina: diversidade, conhecimentos associados e riscos de erosão genética de variedades locais**

**conservadas pela agricultura familiar.** 172 p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

PINTO, T. T.; OGLIARI, J. B.; MAGHELLY, O. R. Phenotypic characterization of dryland rice (*Oryza sativa* L.) germplasm conserved in situ (on farm) in a crop-diversity microcenter in southern Brazil. **Genetic Resources and Crop Evolution.** 66, 2019.

SABAGH, A.E.; HOSSAIN, A.; BARUTÇULAR, C.; KHALED, A. A.; FAHAD, S.; ANJORIN, F. B.; ISLAM, M. S.; RATNASEKERA, D.; KIZILGEÇİ, F.; YADAV, G. S.; YILDIRIM, M.; KONUSKAN, O. & SANEOKA, H. Sustainable maize (*Zea mays* L.) production under drought stress by understanding its adverse effect, survival mechanism and drought tolerance indices. **Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences,** Volume – 6(2) page 282 – 295, 2018.

SAHEBI, M.; HANAFI, M. M.; RAFFI, M. Y; MAHMUD, T. M. M.; AZIZI, P.; OSMAN, M.; ABIRI, R.; TAHERI, S.; KALHORI, N.; SHABANIMOFRAD, M.; MIAH, G.; ATABAKI, N. Improvement of Drought Tolerance in Rice (*Oryza sativa* L.): Genetics, Genomic Tools, and the WRKY Gene Family. **Biomed Research International,** v 1, 60-80, 2018.

SHANKER, A. K.; MAHESWARI, M.; YADAV, S. K.; DESAI, S.; BHANU, D.; ATTAL, N. B.; VENKATESWARLU, B. Drought stress responses in crops, **Functional Integrated Genomics** 14, 11–22, 2014.

STONE, L. F.; LIBARDI, P. L.; REICHARDT, K. Produtividade do arroz e absorção de nitrogênio afetadas pelo veranico e pela adição de vermiculita ao solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 21: 117-125, 1986

XIAO, B.Z.; CHEN, X.; XIANG, C.B.; TANG, N.; ZHANG, Q.F.; L.Z. XIONG, L.Z. Evaluation of seven function-known candidate genes for their effects on improving drought resistance of transgenic rice under field conditions, **Molecular Plant** 2, 73–83. 2009.

ZU, X.; LU, Y.; WANG, Q.; CHU, P.; MIAO, W.; HUAQI WANG; H.; LA, H. A new method for evaluating the drought tolerance of upland rice cultivars. **The Crop Journal**, v. 5, 488-498, 2017.

## 9 CONCLUSÕES

### 9.1 SITUAÇÃO ATUAL PARA USO DIRETO DAS VARIEDADES

Considerando a situação atual das variedades locais e, analisando seu desempenho nas diferentes etapas do presente trabalho (rendimento agrônomico, rendimento industrial e tolerância à seca), quatro variedades (34, 43, 61 e 67) se posicionaram, em Anchieta, nos grupos de médias com patamar superior para produtividade, renda de benefício e tolerância a seca (10%), a principal variável para cada etapa. Quinze variedades e a testemunha se posicionaram nos patamares superiores para duas variáveis, treze variedades em apenas uma variável e, finalmente, duas variedades (41 e 90) não se posicionaram em nenhum grupo superior para as variáveis selecionadas (tabela 1).

Tabela 1: Agrupamento de médias das variáveis produtividade, renda de benefício e índice de tolerância à seca (DTD) ao estresse severo das variedades locais de arroz de sequeiro do oeste catarinense, em Anchieta.

VARIEDADES	PRODUTIVIDADE		REND A		DTD 10%	
	kg ha <sup>-1</sup>		%		Índice	
34	3020,13	a	68,35	a	0,6840	a
43	2563,15	a	68,22	a	0,6333	a
61	2435,05	a	68,4	a	0,6449	a
67	2543,16	a	68,87	a	0,6222	a
7	2104,2	b	69,4	a	0,6525	a
10	3350,24	a	67,9	a	0,4691	b
12	2023,22	b	69,15	a	0,6661	a
13	2963,08	a	69,46	a	0,5312	b
14	1877,52	b	67,53	a	0,6114	a
19	2541,09	a	65,93	b	0,7379	a
22	2593,38	a	69,8	a	0,4680	b
29	2206,48	b	68,8	a	0,7136	a
31	2619,56	a	66,87	b	0,6246	a
35	2152,85	b	69,9	a	0,6683	a
50	1762,33	b	67,86	a	0,6505	a
68	2644,75	a	68,25	a	0,5358	b
72	2430,7	a	68,4	a	0,5034	b
82	1856,44	b	69,1	a	0,6825	a
84	2737,19	a	69,3	a	0,5316	b
IPR117	2674,32	a	69,12	a	0,4320	b
17	1899,69	b	68,5	a	0,5928	b
20	2879,8	a	66,35	b	0,5428	b
24	2158,22	b	68,53	a	0,5277	b
32	1836,39	b	65,13	b	0,7112	a
42	1815,15	b	69,25	a	0,5708	b

54	2108,75	b	69,12	a	0,4448	b
59	2537,04	a	64,35	b	0,5505	b
60	1715,24	b	69,32	a	0,6115	b
71	2304,12	b	65,47	b	0,7283	a
83	2238,77	b	68,85	a	0,5194	b
98	1737,58	b	68,37	a	0,4555	b
103	2330,76	a	64,27	b	0,5619	b
104	1458,59	b	67,4	a	0,6048	b
41	1866,03	b	66,4	b	0,4000	b
90	2181,24	b	66,85	b	0,5133	b

Médias da combinação genótipo e ambiente seguidas por letras minúsculas iguais na vertical (genótipos) pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, na análise de variância conjunta de experimentos para cada variável nos dois locais.

Todas as variedades que se posicionaram nos grupos superiores dos agrupamentos de médias para produtividade, renda de benefício e tolerância à seca (34, 43, 61 e 67) foram enquadradas como grupo II.

Os grãos com pericarpo vermelho ou avermelhado (10,19, 31, 32 e 59), bem como as variedades enquadradas por Pinto et al (2019) nos grupos III (31,32 e 82) e IV (10, 19, 29, 41, 54, 59, 71 e 103) apresentam, por suas características morfológicas, potencial de serem enquadradas como grãos especiais, gerando oportunidades de melhor valorização e remuneração aos produtores e, portanto, maiores incentivos à conservação. Entre estes grãos vermelhos ou avermelhados, a variedade 10 apresentou bons resultados em relação à produtividade e renda de benefício, mas não teve boa resposta no tocante à tolerância à seca, devendo ser cultivada com estrita observação dos períodos mais adequados de cultivo, buscando evitar a exposição à seca nos períodos críticos de floração e enchimento de grãos. As variedades 19 e 31 apresentaram produtividades e tolerâncias à seca no patamar superior dos grupos de médias, mas renda de benefício no grupo inferior, embora os valores de 65,93% e 66,87% não sejam limitantes para a recomendação de cultivo e a maior valorização do produto possa compensar uma eventual menor renda de engenho. A variedade 32, embora tenha tido bons resultados quanto a tolerância à seca, se posicionou nos grupos inferiores para

produtividade e renda. Finalmente, a variedade 59 apresentou produtividade superior, mas renda e tolerância à seca nos grupos inferiores de desempenho quanto à estas características.

## 9.2 RECOMENDAÇÕES PARA O MELHORAMENTO DAS VARIEDADES LOCAIS

Analisando a importância das variedades locais de arroz de sequeiro do oeste de Santa Catarina como patrimônio genético da espécie, além da conservação da diversidade genética em si, as variedades possuem relevância destacada para a segurança alimentar, conservação dos recursos genéticos e manutenção do conhecimento tradicional associado na sua região de origem.

Além disso, as variedades apresentam potencial de uso como populações base em programas de melhoramento, fonte de características para programas de melhoramento formais e qualidades diferenciais para a conservação em bancos de germoplasma *ex situ*, principalmente considerando variedades tradicionais de sequeiro adaptadas a temperaturas noturnas mais amenas e, eventualmente grãos especiais conforme a IN 06/2009 (Brasil, 2009).

Dentre os resultados obtidos neste estudo que permitem tais conclusões, destacam-se: a comprovação da existência de diversidade genética para os principais atributos agrônomicos e industriais; estabelecimento do potencial genético e variância genotípicas das variedades locais a partir da partição dos componentes de variância; resultados significativos para efeitos de interações G x A; estabelecimento das estimativas de herdabilidade para as populações no local de origem das sementes, estabilidade; e o ordenamento da resposta a tolerância à seca.

Deve-se destacar que os agricultores mantenedores das sementes têm forte ligação cultural e familiar com suas variedades de arroz de sequeiro, que muitas vezes estão sendo conservadas pela família por até três gerações e são repassadas como herança ou parte de enxovais de casamento. Então, os agricultores possuem forte interesse em manter a identidade de suas variedades. Ao mesmo tempo, a demanda por produção para o autoconsumo da família, principal motivo de plantio, não é alta. Considerando a atual média de produtividade em Anchieta (2.297 kg ha<sup>-1</sup>) e o consumo per capita brasileiro em 2018 de 34 kg de arroz/ano (IBGE, 2020), o plantio de uma área de 1.000 m<sup>2</sup> seria suficiente, com este nível de produtividade para alimentar sete pessoas durante um ano. Isto posto, a produtividade não foi considerada pelas 86 famílias mantenedoras como uma prioridade para o melhoramento

genético por ocasião da aplicação dos questionários da diversidade genética de arroz de sequeiro pelo NEABio (Pinto 2017). Apenas 3,4% apontaram que a produtividade deveria ser melhorada, enquanto quase 49% consideram a sua variedade boa ou não sabe o que poderia ser melhorado; 11% consideraram que a adaptação ao clima e/ou resistência a seca poderia ser melhorada; 5% o rendimento de engenho; e 2% a resistência ao acamamento.

Uma das maiores dificuldades para a expansão da produção pelos agricultores mantenedores ou mesmo pelo ingresso de outros agricultores na produção de arroz de sequeiro na região, objetivando a comercialização dos excedentes no mercado local, é o controle de plantas invasoras, principalmente nas fases iniciais de instalação da cultura e estabelecimento de estande. O trabalho exaustivo na condução da lavoura foi o segundo motivo mais citado para o abandono dos cultivos, se posicionando somente atrás da seca (Pinto, 2017). Condição agravada pela diminuição e envelhecimento dos núcleos familiares nas áreas rurais de Santa Catarina, inclusive no oeste do estado.

Antes do início de um programa de melhoramento, deve-se desenvolver pesquisas de base agrônômica para investigar a melhor densidade de plantio e distribuição espacial das plantas (linhas ou covas) para minimizar o trabalho manual de controle de invasoras. O presente trabalho utilizou a densidade de plantio mais comum na região, com 55 plantas por metro linear ou cerca de 1,6 milhão de plantas  $ha^{-1}$ , densidade compatível com a recomendação histórica de cultivo das variedades tradicionais de arroz sequeiro, deste porte e arquitetura de plantas. Densidades mais altas de semeadura propiciam o estabelecimento precoce de um alto índice de área foliar, auxiliando no controle de plantas invasoras, mas ao mesmo tempo reduzem potencial de perfilhos, gerando maior consumo de água do solo, autosombreamento e acamamento (Oliveira & Stone, 1992). Inexistem na literatura dados sobre as densidades ideais de cultivo destas variedades e suas relações com o controle de plantas invasoras e acamamento. Esta etapa fitotécnica deve preceder qualquer esforço de melhoramento genético das variedades.

Além disso, apesar dos trabalhos anteriores do NEABio terem caracterizado e estabelecido a dissimilaridade morfológica e fenológica, e avaliado previamente alguns caracteres agrônômicos (Gonçalves et al., 2013; Pinto, 2017, Pinto et al., 2019), inexistem dados da diversidade genética e caracterização destas variedades obtidos a partir de marcadores moleculares e/ou microssatélites, estabelecendo indubitavelmente a dissimilaridade entre os

acessos e garantindo a classificação das populações como variedades de fato distintas e evitando duplicidade nos esforços de conservação e melhoramento. Esta diferenciação se torna mais importante sobretudo para seleção dentro de variedades, assumindo menor importância para estratégias que envolvam seleção entre variedades. Na eventualidade de apresentação de projeto de pesquisa institucional acerca da conservação e melhoramento genético destas variedades locais, esta deve ser uma etapa prevista nas fases iniciais, principalmente considerando a nomenclatura comum de algumas variedades, a rede de troca de sementes entre os agricultores, a possível origem comum das mesmas, especialmente quando oriundas do projeto Microbacias II/Epagri.

Um programa de melhoramento para as variedades locais de arroz de sequeiro do oeste de Santa Catarina deve englobar duas sistemáticas distintas baseadas na seleção: seleção de plantas individuais dentro das variedades e seleção de plantas individuais a partir de uma população formada por uma mistura das variedades do mesmo grupo morfológico quanto à cor e formato do grão, buscando desenvolver variedades melhoradas para cada grupo morfológico de grão (I, II, III e IV, vide capítulo 2). Estas variedades melhoradas por grupo poderiam ser indicadas para agricultores que não possuem sementes oriundas do núcleo familiar e apresentam interesse de ingresso na produção de arroz de sequeiro.

Como caracteres de seleção, a partir das respostas dos agricultores no diagnóstico da diversidade de arroz de sequeiro (Pinto, 2017), que indicaram que a produtividade não seria uma característica chave a ser melhorada, sugere-se o foco em comprimento do colmo e suas correlações com resistência ao acamamento e consumo de água do solo por unidade de área e em tolerância à seca, como principal fator abiótico responsável pela erosão genética e diminuição da produtividade. Além do melhoramento genético para a tolerância à seca, um ajuste agrônômico de densidade e distribuição espacial, aliado a diminuição do comprimento do colmo, com objetivo de plantas de altura intermediária (70 a 90 cm), terão efeitos indiretos (não genéticos) na resposta da tolerância à seca e resistência ao acamamento.

#### A) MELHORAMENTO DENTRO DAS VARIEDADES – SELEÇÃO DE PLANTAS INDIVIDUAIS COM TESTES DE PROGÊNIES

Considerando o melhoramento por seleção dentro das variedades, para atender os anseios dos agricultores, mantendo a identidade das variedades, o programa de melhoramento deve se basear em seleção de plantas individuais dentro das variedades com testes de progênies para tantas variedades quanto for possível financeira e logisticamente. Na necessidade de escolha e priorização das variedades a participarem desta vertente do programa de melhoramento, sugere-se utilizar as variedades que demonstraram maior variabilidade genética dentro das variedades para os caracteres quantitativos (vide capítulo 3) para os caracteres alvos, em conjunto com a área geográfica das comunidades que apresentaram maior diversidade. Eventual interesse de participação ativa em um processo de melhoramento participativo por parte do agricultor mantenedor, também deve ser considerado um fator de priorização e inclusão da variedade nos esforços de conservação e melhoramento.

Pinto (2017) identificou seis comunidades detentoras de elevada diversidade genética a partir do índice de Shanon para cor e formato dos grãos. Em Anchieta, apenas uma região, correspondente à comunidade Prateleira, foi identificada como detentora de elevada diversidade ( $H' = 0,855$  a  $2,000$ ), com registro de 11 variedades. Em Guaraciaba, foram identificadas seis regiões com elevada diversidade, localizadas nos entornos das comunidades Ouro Verde e São Vicente; Sede Flores, Tigre e São Roque e; Olímpio e São Luiz. O presente trabalho englobou 4 variedades da linha Ouro Verde (31, 42, 54 e 61), 3 variedades das linhas Prateleira (variedades 19, 41 e 90) e Olímpio (22, 59 e 82); e 1 variedade das linhas São Vicente (83) e Sede Flores (43).

Os coeficientes de variação amostral ( $CV_v = 100 * \sqrt{\sigma^2} \varepsilon/m$ ) para as características de seleção são apresentadas na tabela 2.

Tabela 2: Coeficientes de variação varietal para comprimento do colmo (em Anchieta) e índice DTD de tolerância à seca para as variedades locais de arroz de sequeiro.

CV <sub>v</sub> (%)			
VAR,	COMP, COLMO	VAR,	DTD
22	27,49	98	79,55
98	14,60	10	78,13
83	14,35	54	76,97
24	14,21	22	76,48
60	13,17	42	73,87
31	13,16	72	71,24
35	12,95	103	69,21
54	12,47	41	66,26
50	12,43	13	65,18
104	12,11	68	62,66
20	12,08	84	61,90
71	11,96	31	60,36
61	11,89	24	60,19
90	11,70	90	59,14
10	11,63	60	58,32
72	11,28	14	56,83
41	10,92	17	54,95
103	10,82	20	54,86
19	10,64	83	54,26
29	10,59	35	50,87
68	10,45	82	49,48
67	10,31	104	45,73
59	10,04	61	44,84
7	9,96	50	44,65
34	9,94	43	44,57

32	9,65	7	38,65
43	9,42	59	38,47
13	9,17	71	38,40
17	8,97	29	37,51
14	8,78	32	35,93
82	8,33	67	35,85
84	7,78	34	31,05
12	7,75	12	29,89
42	7,72	19	26,39

---

Os coeficientes de variação varietal para o índice de tolerância à seca foram maiores que àqueles obtidos para comprimento do colmo, e, portanto, as variedades apresentam maior variabilidade entre plantas para a primeira característica. Maiores CVv conferem maior potencial para seleção e possibilitam maiores ganhos esperados com a seleção para tolerância à seca. Possivelmente comprimento do colmo pode ter sido alvo de seleção direta ou indireta por parte dos produtores, enquanto tolerância à seca não. Apesar da pressão do ecossistema agrícola promover uma seleção para tolerância a seca, considerando que nos anos com estes eventos climáticos, o agricultor colhe sementes para a próxima safra apenas das plantas que sobreviveram e produziram sementes.

#### B) MELHORAMENTO ENTRE AS VARIEDADES – SELEÇÃO DE PLANTAS INDIVIDUAIS COM TESTES DE PROGÊNIE A PARTIR DE MISTURA DE VARIEDADES DE MESMO GRUPO MORFOLÓGICO

Considerando o melhoramento por seleção entre variedades, indica-se a utilização do de seleção de plantas individuais com testes de progênie a partir de populações formadas por uma mistura de variedades, mantendo-se as sementes agrupadas por ciclo e grupo morfológico de cor e formato dos grãos (grupos I, II, III e IV, vide capítulo 1). Neste processo, além da seleção artificial imposta pelos agricultores ou pela equipe de trabalho, as variedades também estarão sujeitas à pressão do ecossistema agrícola. Os indivíduos das variedades que produzem maior número de sementes viáveis tendem a contribuir de forma mais expressiva para a

constituição da geração seguinte e a capacidade de sobrevivência em competição deve estar correlacionada positivamente com a adaptabilidade e a produtividade (Borém, 1997). Tem sido relatado na literatura que a competição intergenotípica é um dos fatores mais críticos na cultura do arroz, principalmente no que se refere ao comprimento do colmo e a competição entre plantas altas e baixas (Cordeiro, 2008). Essa competição é agravada por taxas diferenciais no crescimento e tamanho das plantas vizinhas. Plantas com menor altura em competição, tendem a perfilhar menos, apresentar colmos fracos e acumular menos matéria seca. Para Castro et al. (1999), a produtividade de uma planta em uma população heterogênea reflete mais sua capacidade de competição com as plantas vizinhas do que sua aptidão para alta produtividade em situações de maior homogeneidade. Então o processo de seleção deve observar cuidadosamente esta competição intergenotípica na mistura varietal a fim de não descartar materiais promissores em função de desvantagens competitivas de campo relacionadas às alturas de plantas. Pode-se ainda, a partir dos dados do capítulo 1, separar as variedades em subgrupos de altura na fase inicial do programa e juntá-las novamente em gerações mais avançadas quando forem obtidas alturas mais homogêneas.

### 9.3 CONSERVAÇÃO DA DIVERSIDADE GENÉTICA

A conservação destes importantes recursos genéticos no médio e longo prazo encontra-se ameaçada por diversos fatores. A oportunidade de conservação passa por um trabalho junto às organizações locais, poder público e os agricultores. Idealmente, agregado a programas que permitam a melhor aferição de renda pelos agricultores como, por exemplo o enquadramento do produto como grãos especiais, viabilização da logística para processamento e distribuição através das organizações locais, com possível inclusão nos programas de aquisição de alimentos pelos governos estadual e municipal.

Indiretamente, o melhoramento genético dentro de variedades potencializa as chances de conservação da diversidade genética, considerando que variedades mais produtivas, com melhor rendimento de engenho, melhor tolerância à seca e menos exigentes em manejos, tendem a estimular os agricultores na manutenção do cultivo e conservação das suas variedades.

A seleção entre variedades tende a reduzir a diversidade genética de populações de arroz de sequeiro na região e, portanto, não deve ser utilizada como estratégia única de melhoramento genético, seja ele participativo ou formal/institucional.

Outro aspecto relevante para a conservação da diversidade genética, especialmente no que se refere aos grãos com diferentes larguras e comprimentos, é a regulação dos moinhos e engenhos em operação na região. A regulação estática dos moinhos em operação no município de Anchieta favorece a destinação e conservação dos grãos longo fino, em detrimento dos grãos com maior largura (médios e longos), uma vez que estes últimos tenderão sempre a apresentar maior porcentagem de quebrados e menor interesse ou valor comercial se processados desta forma. Essa situação já é observada atualmente pela Cooperanchieta na comercialização em pequena escala existente no município, onde se observa um menor interesse dos consumidores pelos produtos com maior porcentagem de quebrados. Pode-se estudar a viabilidade de programar entregas e processamentos escalonados no tempo, de acordo com a classificação do grão, para permitir a troca temporal da regulação do moinho.

#### 9.4 NECESSIDADES DE NOVOS ESTUDOS

Novos estudos científicos com as variedades locais do oeste de Santa Catarina devem focar em:

- A) Estabelecimento fitotécnico de densidade de plantio e distribuição espacial de plantas;
- B) Caracterização molecular dos acessos/variedades;
- C) Avaliação de caracteres bioquímicos e nutricionais dos grãos;
- D) Avaliações sensoriais nos grãos (integrais e polidos; crus e cozidos);
- E) Realização de ensaios com respostas diferenciais a doenças e pragas, especialmente a brusone (*Magnaporthe oryzae*) e aos percevejos do grão (*Oebalus poecilus* e *Oebalus ypsilon*)

#### 9.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 1997. 547p

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 6, de 16 e fevereiro de 2009. Aprova o regulamento técnico do arroz, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, Seção 1, p. 3, 17 fev. 2009.

CASTRO, E.M. de; BRESEGHELLO, F.; RANGEL, P.H.N.; MORAIS, O.P. **Melhoramento do arroz**. In: BORÉM, A. (ed.). Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: UFV, 1999. p.95-130.

CORDEIRO, A. C. C. **Métodos de Melhoramento Genético de Arroz Irrigado**. Documentos Embrapa Roraima, 65 p., 2008.

GONÇALVES, G.M.B.; SOUZA.R.; CARDOZO, A.M.; LOHN, A.F.; CANCI, A.; GUADAGNIN, C.A.; OGLIARI, J.B. Caracterização e avaliação de variedades de arroz de sequeiro conservados por agricultores do Oeste de Santa Catarina. **Revista Agropecuária Catarinense**. Florianópolis, v.26, n.1, p.63-69, 2013.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018: Análise do Consumo Alimentar Pessoal no Brasil**. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/ciencia-tecnologia-e-inovacao/9050-pesquisa-de-orcamentos-familiares.html>>, acesso em outubro de 2020.

OLIVEIRA, E. T., STONE, L. F. Densidade de semeadura em arroz de sequeiro. **Comunicado Técnico Embrapa/CNPAP**, n. 26, 1992.

PINTO, T.T. **A cultura do arroz de sequeiro no Extremo Oeste de Santa Catarina: diversidade, conhecimentos associados e riscos de erosão genética de variedades locais conservadas pela agricultura familiar**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Florianópolis, SC, 2017.

PINTO, T.T., OGLIARI, J.B., MAGHELLY, O.R. Phenotypic characterization of dryland rice (*Oryza sativa* L.) germplasm conserved in situ (on farm) in a crop-diversity microcenter in southern Brazil. **Genetic resources and crop evolution** 66 (2), 2019.